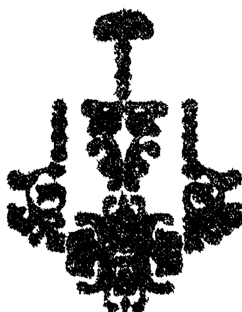
ELECTRIC LIGHT AND POWER



F. E. BHARUCHA



ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ અને પાવર

ફીરોઝ ઈ. ભરૂચા

ELECTRIC LIGHT
AND
POWER

THIRD EDITION

WITH 125 ILLUSTRATIONS

By

FAKIRJEE E. BHARUCHA

L. M. E., M. I. MECH. E., M. I. E.

FORMERLY

DIRECTOR OF INDUSTRIES TO GOVERNMENT OF BOMBAY

AND

PROFESSOR OF MECHANICAL ENGINEERING
IN THE COLLEGE OF ENGINEERING, POONA

AUTHOR OF

MILL ENGINEERING IN INDIA
MOTIVE POWER IN INDIA
OIL AND GAS ENGINES
BUILDING CONSTRUCTION
&C. &C.

BOMBAY

પ્રગટ કરનાર—ફકીરજી એદલજી ભરૂચા,
જાંહગીર વીલા, નાં૦ ૧૨, કલબ રોડ, ભાયખલા,
મુંબઇ.

છાપનાર—જાંહગીર રૂસ્તમ વાચ્છાગાંધી,
સાંજ વર્તમાન પ્રેસ, બ્રીટીશ હૉટેલ લેન, એપોલો સ્ટ્રીટ, મુંબઇ.

ઇલેકટ્રીક લાઇટ

અને

પાવર

ત્રીજી આવૃતી

૧૨૫ ચિત્રો સાથે

કર્તા

ફકીરજી એદલજી ભરૂચા,

એલ. એમ. ઈ., એમ. આઇ. એમ. ઇ., એમ. આઇ. ઇ.,

મુંબઇ સરકારના માજી ડાયરેકટર ઑફ ઇન્ડસ્ટ્રીઝ

તથા

માજી પ્રોફેસર ઑફ મિકેનિકલ એન્જીનીઅરીંગ,

કૉલેજ ઑફ એન્જનીઅરીંગ, પૂના

"હીન્દમાં મીલ એન્જીનીઅરીંગ," "મોટીવ પાવર ઇન ઇન્ડીઆ,"

"ઑઇલ અને ગૅસ એન્જીનો," "ઇમારત કામ"

વગેરેના કર્તા.

મુંબઇ

ફીરજી એદલજી ભરૂચા.

એલ. એમ. ઇ., એમ. આઇ. એમ. ઇ., એમ. આઇ. ઇ.
મુંબઇ ઇલાકાના માજી ડાયરેક્ટર ઑફ ઇન્ડસ્ટ્રીઝ
માજી પ્રોફેસર ઑફ મિકેનિકલ એન્જીનીઅરીંગ,
કૉલેજ ઑફ એન્જીનીઅરીંગ, પુના.

કનસલ્ટીંગ ઇન્ડસ્ટ્રીઅલ એન્જીનીઅર

(સીવીલ, મિકેનિકલ, ટેક્ષટાઇલ, ઇલેક્ટ્રિકલ વગેરે.)

૧. મીલો અને કોઇપણ હુન્નર ઉદ્યોગનાં કારખાનાંઓના પ્લાનો અને ડીઝાઇનો બનાવી આપવામાં આવશે.

૨. પાવર પ્લાન્ટ, મશીનરી, ઇમારત વગેરેની કીમતની આંકણી કરી આપવામાં આવશે.

૩. પાવર પ્લાન્ટ, મશીનરી, ઇમારત વગેરે બાબદની તકરારની લવાદી લઇ ચુકાદો આપવામાં આવશે.

૪. પાવર પ્લાન્ટ, મશીનરી, ઇમારત વગેરેનાં ઇરેકશન ઉપર તેમજ જુનાં કારખાનાંઓ રીપેર કરી ફરી રચવાના કામ ઉપર દેખરેખ રાખવામાં આવશે.

૫. એન્જીનીઅરીંગ અને કોઇપણ હુન્નર ઉદ્યોગને લગતી ટેકનીકલ બાબદ ઉપર અનુભવી સલાહ અને સત્તાધારી મત આપવામાં આવશે.

૬. હુન્નર ઉદ્યોગનાં કારખાનાંઓની નવી યોજનાઓ તપાસી અવલોકન કરી તે ઉપર રીપોર્ટ આપવામાં આવશે.

૭. પાવર પ્લાન્ટ અને મશીનરીની બળતણની કરકસર અને માલના ઉતારાના વધારા અર્થે તપાસ અથવા તેસ્ટ કરી આપવામાં આવશે. તથા પાવર પ્લાન્ટને સુધારીને અપ-ટુ-ડેટ કરી આપવામાં આવશે.

૮. કારખાનાઓ અને મશીનરીની બાબદના કેસમાં ધારાશાસ્ત્રીઓને અનુભવી સલાહ અને મદદ આપવામાં આવશે.

૯. આગ, અકસ્માત, પાણી વગેરેથી થયલી નુકસાનીનો અડસટ્ટો કહાડી આપવામાં આવશે.

ઘરનું સરનામું—જાંહગીર વીલા, નાં૦ ૧૨ ક્લબ રોડ,
ભાયખલા, મુંબઇ.

ઑફીસનું સરનામું—પોસ્ટ ઑફીસ બીલડીંગ, એપોલો સ્ટ્રીટ,
કોટ (ભારત તાઇલ કંપનીની ડેરમાં) મુંબઇ.

પ્રસ્તાવના

આ દેશમાં ઇલેકટ્રીક લાઇટ અને પાવરનો ઉપયોગ ઘણી ઝડપથી વધતો જાય છે, અને ઇંગ્રેજી કેળવણીનો ફેલાવો પણ આ દેશમાં વધ્યો જતો હોવા છતાં એવી ટેકનીકલ બાબદોનાં પુસ્તકો પોતાની માતૃશ્રી ભાષામાં વાંચીને અભિયાસ કરવાનો હજી ઘણાકો શોખ ધરાવે છે એ આ લખનારનાં એવી બાબદોને લગતાં પુસ્તકોની વધતી જતી માંગણી ઉપરથી પૂરવાર થાય છે.

આ મોટા દેશના સંખ્યા બંધ જૂદા જૂદા પ્રાંતોમાં જૂદી જૂદી ભાષાઓ બોલાય છે, જેથી એક પ્રાંતીક ભાષામાં લખાયલાં પુસ્તકોનો ફેલાવો બીજા પ્રાંતોમાં થઇ શકતો નથી. વળી કળા વિજ્ઞાનને લગતાં પુસ્તકો વાર્તાઓનાં પુસ્તકો જેટલી મોટી સંખ્યામાં ખપતાં નથી. એવાં પુસ્તકોમાં આપવામાં આવતાં ચિત્રોનાં બીબાં બનાવવા પાછળ મોટો ખરચ થવા ઉપરાંત એવાં પુસ્તકો લખવા પાછળ તેમજ એમાં આવતી ગણુતરીઓ, કોઠાઓ, અને હિસાબો વગેરે પાછળ મોટો શ્રમ લેવો પડે છે, તેથી એવાં પુસ્તકો કીંમતમાં મોંઘાં પડે છે.

આ લખનારનો હેતુ એવાં પુસ્તકો લખી પ્રગટ કરીને પોતે શ્રીમંત થવાને બદલે સ્વદેશી સાહીત્ય શ્રીમંત કરવાનો છે, અને જેઓ ઇંગ્રેજી ભાષાના પુસ્તકોનો અભિયાસ નહી કરી શકતા હોય તેઓને મદદ કરવાનો છે.

આ પુસ્તકની બીજી આવૃત્તી કરતાં આ ત્રીજી આવૃત્તી ઘણી મોટી થવા પામી છે, કારણ કે ઇલેકટ્રીકલ એન્જીનીઅરીંગનું સાયન્સ ઘણી ઝડપથી આગળ વધતું જાય છે; અને તેથી એવાં પુસ્તકોને જો વારંવાર સુધારી વધારીને અપ-ટુ-ડેટ નહી રાખ્યાં હોય તો તેઓ નકામાં થઇ પડે છે.

આ પુસ્તકની નવી આવૃત્તી પ્રગટ કરવામાં ઘણીક ઇલેકટ્રીકલ કંપનીઓના અત્રેના એજંટોએ પોતાની મશીનરીને લગતી વિગતો તથા ચિત્રો માટેના બ્લૉકો પૂરા પાડીને ઘણી કીમતી મદદ આપી છે, જે માટે તેઓનો અત્રે સામટો આભાર સ્વિકારવામાં આવે છે.

જાંહગીર વીલા,
૧૨, કલબરોડ, ભાયખલા, ફ્રૅ. એ. ભ.
મુંબઇ તા૦ ૨-૫-૧૯૩૧.

આજ લખનારનાં બીજાં ગુજરાતી પુસ્તકો

મીલ એન્જીનીઅરીંગ. કી. રૂ. ૨૦-૦-૦.

મિકેનિકલ એન્જીનીઅરીંગનાં સાયન્સનું મોટું અપ-ટુ-ડેટ પુસ્તક, ૧૨૦૦ પાનાં, ૩૫૦ ચિત્રો, ચોઠી આવૃત્તી.

આજનો જમાનો વિદ્યા અને સાયન્સનો હોવાથી માત્ર હાથનાં કામ ઉપર ગુમાની રહેતા અને ચોપડીઓનાં અભિયાસ તરફ અણગમો ધરાવતા કેહવાતા પ્રેકટીકલ એન્જીનીઅરોને આજના હરીફાઇના જમાનામાં આવાં પુસ્તકોના અભિયાસ વગર ફાવવાના સંભવો નથી.

ઑઇલ અને ગેસ એન્જીનો કી. રૂ. ૬-૦-૦

૩૫૦ પાનાં, ૧૫૮ ચિત્રો, બીજી આવૃત્તી.

ઑઇલ અને ગૅસ એન્જીનો આ દેશમાં હવે ઘણાં વપરાવા લાગ્યાં છે, અને એ સાયન્સના અભિયાસ વગર મિકેનિકલ એન્જીનીઅરો આગળ વધી શકે નહી. એમાં સાધારણ પેટ્રોલ, કેરોસીન, ક્રુડ ઑઇલ વગેરેનાં એન્જીનો ઉપરાંત ગૅસ એન્જીનો, ડીઝલ અને સેમીડીઝલ એન્જીનો, અને કોલ્ડ સ્ટારટીંગ હાઇ કમ્પ્રેસન એન્જીનોનાં વર્ણનો ચિત્રો સાથે આપ્યાં છે.

ઇમારત કામ. કી. રૂ. ૫-૦-૦.

૧૯૪ પાનાં, ચિત્રો સાથે, બીજી આવૃત્તી.

મિકેનિકલ એન્જીનીઅરો, ઘર બાંધનારા મીસ્ત્રીઓ, મકાનના અને કારખાનાંઓના માલેકો વગેરે માટે ઉપયોગી પુસ્તક. ઘણે ઠેકાણે નાનાં કારખાનાંઓ તથા મોટી મીલો બાંધવાના કામ ઉપર મિકેનિકલ એન્જીનીઅરોને દેખરેખ રાખવી પડે છે, તેઓ માટે આ પુસ્તક મદદ અને ભોમિયા રૂપ છે.

આજ લખનારનું ઇંગ્રેજી પુસ્તક:

Motive Power in India: Its Cost and Selection રૂ. ૩-૦-૦

આ દેશમાં વપરાતા જૂદી જૂદી જાતના પાવર પ્લાન્ટો, જેવા કે સ્ટીમ, ઑઇલ અને ગૅસ એન્જીનો, ત્રામ્વે ઇલેકટ્રીક અને હાઇડ્રો ઇલેકટ્રીક પાવર વગેરેમાં પાવર ઉત્પન્ન કરવાનો ખરચ શું આવે છે તે એમાં આપ્યું છે. નવું કારખાનું બાંધતી વખતે કઇ જાતનો પાવર વાપરવો તેના ગુચવાડાનો ઉકેળ આ પુસ્તકમાં આપવામાં આવ્યો છે.

બધાં પુસ્તકોનો પોસ્તેજ જૂદો.

પુસ્તકો મળવાનું ઠેકાણું:—
ફકીરજી એદલજી ભરૂચા,
૧૨, કલબ રોડ, ભાયખલા, મુંબઇ.

સાંકળિયું.

(વિગતવાર અનુક્રમણીકા (INDEX) માટે જુવો પુસ્તકને છેડે)

		પાનું
પ્રકરણ– ૧	વિજળી (ELECTRICITY)	૧
પ્રકરણ– ૨	ઇલેક્ટ્રીકલ કરન્ટ (E. CURRENT) ...	૬
પ્રકરણ– ૩	વિજળીની ઉત્પત્તિ (GENERATION) ...	૧૪
પ્રકરણ– ૪	વિજળીના તાર (CONDUCTORS) ...	૨૪
પ્રકરણ– ૫	ઇલેક્ટ્રીકલ સરકીટ (E. CIRCUIT) ...	૩૬
પ્રકરણ– ૬	વાયરીંગ (WIRING)	૪૭
પ્રકરણ– ૭	કેસીંગ કૉન્ડીટ (CASING CONDUIT) ...	૬૨
પ્રકરણ– ૮	રોશની (ILLUMINATION)	૭૦
પ્રકરણ– ૯	લાઇટ અને પંખા (LIGHT & FANS) ...	૮૨
પ્રકરણ–૧૦	ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ (I. LAMPS) ...	૯૧
પ્રકરણ–૧૧	આર્ક લૅમ્પ (ARC LAMPS)	૧૦૧
પ્રકરણ–૧૨	સ્વીચ અને ફ્યુઝ (SWITCHES & FUSES).	૧૧૨
પ્રકરણ–૧૩	સરકીટ બ્રેકર (CIRCUIT BREAKERS)...	૧૨૪
પ્રકરણ–૧૪	લોહચુંબક (MAGNETISM)	૧૨૮
પ્રકરણ–૧૫	ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટ (ELECTRO MAGNET)...	૧૩૩
પ્રકરણ–૧૬	કરન્ટ ઇન્ડકશન (C. INDUCTION) ...	૧૩૯
પ્રકરણ–૧૭	ટ્રાન્સફૉરમર (TRANSFORMER) ...	૧૪૭
પ્રકરણ–૧૮	ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ (A. CURRENT) ...	૧૫૦
પ્રકરણ–૧૯	ડાયરેક્ટ કરન્ટ (D. CURRENT) ...	૧૬૨
પ્રકરણ–૨૦	મેગ્નેટો મશીન (MAGNETO)	૧૭૩
પ્રકરણ–૨૧	ડાઇનેમો મશીન (DYNAMO MACHINE).	૧૭૬
પ્રકરણ–૨૨	ડાઇનેમોનાં બ્રશ (DYNAMO BRUSHES)...	૧૯૦
પ્રકરણ–૨૩	ડાયરેક્ટ કરન્ટ મોટર (D. C. MOTORS) ...	૧૯૯
પ્રકરણ–૨૪	એ. સી. પાવર (A. C. POWER)	૨૧૮
પ્રકરણ–૨૫	એ. સી. મોટર (A. C. MOTOR) ...	૨૨૪
પ્રકરણ–૨૬	મોટરની સામગ્રી (M. APPLIANCES) ...	૨૪૩
પ્રકરણ–૨૭	ખામીઓ અને ઇલાજો (DEFECTS) ...	૨૫૮
પ્રકરણ–૨૮	ઇલેક્ટ્રીક એક્યુમ્યુલેટર (ACCUMULATOR)	૨૬૬
પ્રકરણ–૨૯	સ્વીચ બોર્ડ (SWITCH BOARD) ...	૨૮૭
પ્રકરણ–૩૦	વીજળીના મીટરો (M. INSTRUMENTS)...	૨૯૬
પ્રકરણ–૩૧	ઇલેક્ટ્રીકલ પાવર (ELECTRIC POWER)	૩૦૨

ઇલેકટ્રિક લાઇટ અને પાવર



પ્રકરણ—૧

વિજળી

ELECTRICITY

ઇલેકટ્રિસિટિ (Electricity)—વિજળીની વિદ્યાને લગતાં જ્ઞાનનો આજકાલ ઘણો ફેલાવો થવા છતાં વિજળી શું છે તે સંપૂર્ણ રીતે હજી કોઇ સમજાવી શકયું નથી. વિજળી શું છે તે બાબત જૂદા જૂદા વિદ્વાનોએ જૂદાં જૂદાં મત આપ્યાં છે. એટલું તો ખરૂં છે કે વિજળી કાંઇ પદાર્થ (matter) નથી, તેમજ વિજળી પોતે તેના અસલ રૂપમાં કાંઇ શક્તિ (energy) નથી, પરંતુ શક્તિનું એક રૂપ (form) છે, અને શક્તિને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઇ જવાનું સાંધન (medium) છે. વિજળી મારફતે કાંઇ કામ કરાવા થકી તેને કોઇ કુદરતી શક્તિ મારફતે ચાલુ કરવી પડે છે. પ્રેસર વગરની વિજળી કશુંએ કામ કરી શકતી નથી, તેથી ઘણાંકો વિજળીને એક શકિતના વર્ગમાં ગણતા નથી. જો કે વિજળીથી થતાં કામને વિજળીની શકિત (electrical energy) કહેવાનું સાધારણ થઇ પડયું છે. વિજળી અદૃશ્ય છે, અને એનું કાંઇ રૂપ, રંગ કે વજન નથી. વિજળીની શકિત યાંત્રિક શકિત (mechanical energy) માં તેમજ ગરમીની શક્તિ (heat energy) માં ફેરવી શકાય છે; જેમકે કોલસા માહેલી કુદરતી ગરમીથી એન્જીન ચલાવી યાંત્રિક શકિત ઉત્પન્ન કરી શકાય, તે એન્જીનથી વિજળીનો ડાઇનેમો મશીન ચલાવી વિજળીક શકિત ઉત્પન્ન કરી શકાય, ડાઇનેમોથી બત્તી સળગાવી પાછી ગરમી ઉત્પન્ન કરી શકાય, અથવા તો ડાઇનેમોને એક વિજળીના મોટર સાથે જોડી તે મોટર ચલાવવાથી પાછી યાંત્રિક શક્તિ ઉત્પન્ન કરી શકાય. તેજ માફક વિજળીથી રસાયની ક્રિયા ઉત્પન્ન કરી શકાય, જેમકે પાણીમાં વિજળી આપવાથી તેનાં બે મૂળ તત્વો હાઇડ્રોજન અને ઑક્સીજન ગૅસ

છૂટાં પાડી શકાય છે; તેમજ વળી રસાયની ક્રિયાથી વિજળી ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, કે જેમ વિજળીની બેટેરીમાં બને છે.

ઇલેક્ટ્રિસિટિ શબ્દ ગ્રીક ભાશાના શબ્દ ઇલેક્ટ્રોન (elek-tron) ઉપરથી નિકળ્યો છે જેનો અર્થ કેરબો અથવા તૃણમણિ (amber) થાય છે. કેરબાના પથ્થરને રેશમી કપડાં સાથે ઘસવાથી તેમાં વિજળી આવે છે અને તેથી કેરબો કાગળના ઝીણા ટુકડાઓને પોતાની તરફ લોહચુંબક માફક ખેંચી શકે છે. આ ઉપરથી કેરબાના પથ્થરમાં સમાયલી કુદરતી છુપી શક્તિને ઇલેક્ત્રોન ઉપરથી ઇલેક્ટ્રિસિટિ નામ આપવામાં આવ્યું.

કુદરતમાં માત્ર એકજ શક્તિ નિર્માણ થયલી છે અને તે સર્વવ્યાપક સર્વશક્તિમાન પરમેશ્વરની છે. વિજળીક, રસાયનીક, યાંત્રીક અને ગરમીની શક્તિઓ માત્ર તે એકજ અખંડ શક્તિનાં સ્વરૂપો (forms) છે. એ શક્તિઓના જથ્થાને કદીબી ઘટાડી કે વધારી શકાતા નથી અને તેઓનો સમૂળગો નાશ કરી શકાતો નથી. વિજળી ઉત્પન્ન કરવી એટલે કે કુદરતમાં સમાએલી વિજળીનો જથ્થો એક તરફ ઘટાડીને બીજી તરફ વધારવો, જેથી કુદરતમાં વિજળીનો જથ્થો તો જેટલો અને તેટલોજ રહે. દાખલા તરીકે સમુદ્રમાંથી પાણી કાહડીને જો જમીન ઉપર ઢોળીએં તો જો કે સમુદ્ર-માંથી તેટલું પાણી ઓછું થાય ખરૂં, પરંતુ જમીન ઉપર ઢોળેલું પાણી જમીનમાં ચુશાઇને પાછું સમુદ્રમાં જાય, અથવા સુકાઇને વરાળ રૂપે ઉડી જઇને તેજ પાણી વર્ષાદ રૂપે પાછું પૃથ્વી ઉપર પડે અને સમુદ્રમાં વહે, પણ પૃથ્વી ઉપરથી પાણીનો જથ્થો કદીપણ ઓછો થાય નહી. માટે વિજળી ઉત્પન્ન કરનારાં સાંધનો જેવાં કે ડાઇનેમો યંત્ર અથવા રસાયની બેટરી કાંઇ પોતે વિજળી પેદા કરી આપતાં નથી; પણ કુદરતી વિજળીની સમાન્તા (equilibrium) માં હરકત કરી તેનો જથ્થો અને દબાણ અથવા પ્રેસર એક તરફ વધારી બીજી તરફ ઓછો કરે છે, જેથી વધારે પ્રેસર તરફની વિજળી ઓછા પ્રેસર તરફ વહેવા માંડે છે. આવી રીતે વેહતી વિજળીની શક્તિને પોટેન્શીઅલ (potential) પણ કહે છે.

પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ (Positive and Nega-tive)—વિજળીનો પ્રેસર અથવા પોટેન્શીઅલ જે તરફ વધારે હોય

તેને પોઝીટીવ (+) કહે છે .અને તે જે તરફ ઓછો હોય તેને નેગેટીવ (—) કહે છે. ઉંચે મૂકેલી એક ટાંકી માહેલું પાણી પાઇપ-માંથી પસાર થતાં પાણીનાં પાઇપમાં થતાં ફ્રીકશન અથવા ઘસારાને લીધે તે પાણીનો પ્રેસર ઓછો થતો જાય છે, અને જેટલા પ્રેસરથી પાણી ટાંકીમાંથી વહેતું હોય તે કરતાં ઓછો પ્રેસર લાંબી પાઇપને છેડે મળે છે. તેજ પ્રમાણે એક લાંબા તારમાંથી વિજળીને પસાર કરતાં તેનો પ્રેસર તારની ધાતુના અટકાવને લીધે ઓછો થતો જાય છે. જેમ પાણી અને સ્ટીમને વહેવા માટે પાઇપ જોઇએ છે તેમ વિજળીને વહેવા માટે ધાતુનો તાર જોઇએ છે.

વિજળીના પ્રકાર બે છેઃ–સ્ટેટિક ઇલેકટ્રીસિટિ અથવા સ્થિર વિજળી, અને ડાઇનેમિક ઇલેકટ્રિસિટિ અથવા વહેતી વિજળી.

સ્ટેટિક ઇલેકટ્રિસિટિ (Static Electricity) ઘસડાથી ઉત્પન્ન થાય છે, જેમકે કાચનો એક સળિયો અથવા કેરબાનો પથ્થર રેશમી કપડાં ઉપર ઘસીએં તો એવી વિજળી પેદા થાય છે. તેજ પ્રમાણે લાખને ઉન અથવા બીલાડીના ચામડાં ઉપર ઘસવાથી પણ વિજળી પેદા થાય છે. કાચ અથવા લાખના ટુકડાને એવી રીતે ઘસીને જો ભુચ અથવા કાગળના ઝીણા ઝીણા ટુકડાઓની નજદીક લઇ જવામાં આવે તો તેઓ લોહચુંબકની માફક ખેંચાઇ આવે છે, જે વિજળીની હસ્તી પુરવાર કરે છે. એ જાતની વિજળી સ્થિર રહે છે, એટલે તે વહેતી નથી. જો કાચના ટુકડાને બીલાડીનાં ચામડાં સાથ ઘસવામાં આવે તો કાચમાં નેગેટિવ ઇલેકટ્રિસિટિ આવે છે, પણ જો કાચને રેશમી લુગડાં સાથ ઘસવામાં આવે તો કાચમાં પોઝિટિવ ઇલે-કટ્રિસિટિ આવે છે. આવી રીતે કોઇબી બે જુદી જુદી જાતની ચીજોને સાથે ઘસવાથી સ્ટેટિક ઇલેકટ્રિસિટિ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. નીચે આપેલી ચીજોનું લીસ્ટ એવી રીતે ગોઠવ્યું છે કે કોઇબી ચીજ તેની નીચે આપેલી ચીજ સાથ ઘસવાથી તે પોઝિટિવ અને તેની નીચે આપેલી નેગેટિવ થાય છે, જ્યારે કોઇબી ચીજ તેની ઉપર આપેલી ચીજ સાથ ઘસવાથી તે નેગેટિવ થાય છે, અને ઉપલી પોઝિટિવ થાય છે; જેમ કે હાથને રેશમ સાથ ઘસવાથી હાથ નેગેટિવ થાય છે, પણ હાથને લાકડાં સાથ ઘસવાથી હાથ પોઝિટિવ વિજળી પેદા કરે છે, અને લાકડું નેગેટિવ થાય છે.

૧.	બીલાડીનું ચામડું	૮.	હાથ.
૨.	ઉન.	૯.	લાકડું.
૩.	હાથીદાંત.	૧૦.	ધાતુ.
૪.	કુદરતી સ્ફટિક (કાચ.)	૧૧.	કુદરતી રબર.
૫.	સાધારણ કાચ.	૧૨.	લાખ.
૬.	રૂ.	૧૩.	રાળ.
૭.	રેશમ.	૧૪.	ગંધક.

સ્ટેટિક ઇલેકટ્રિસિટિ ઉત્પન્ન કરવા માટે યંત્ર પણ બનાવવામાં આવ્યું છે, જેમાં જાડા કાચની એક ગોળ પ્લેટને જોરથી ફેરવીને રેશમી કપડાં સાથે તેને ઘસવામાં આવે છે, જેથી પ્લેટ ઉપર વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે, અથવા પ્લેટ ચાર્જડ (charged) થાય છે, અને તેને અડવાથી તેમાંથી ચિંગારી પડે છે, એટલે કે તેમાંથી વિજળી ખાલી થાય છે અથવા ડીસ્ચાર્જડ થાય છે.

વિજળીક માછલી (Electric Eel)—દક્ષીણ અમેરીકાના બ્રાઝીલ પ્રદેશમાં ઇલ નામની માછલી થાય છે તેમાં સખ્ત ઇલેકટ્રીક આંચકો (shock) મારવાની શક્તિ હોય છે! એ માછલી આસરે ત્રણ ફીટ લાંબી અને નવ ઇંચ ડાયામેટરની હોય છે, અને તેમાં કુદરતી વિજળી એટલી બધી હોય છે કે તેના આચકાથી માણસ અથવા બીજાં મોટાં પ્રાણીઓ બેહોશ થાય છે અથવા કોઇવાર મરણ પામે છે. આ માછલી જ્યારે કોઇ પોતાના શત્રુ ઉપર વારંવાર હુમલા કરે છે, ત્યારે તેની કુદરતી વિજળી ઓછી અથવા ડીસ્ચાર્જડ થતી જાય છે, જે લાંબી આરામ અને પુશકળ ખોરાક ખાધા પછી તેમાં પાછી ઉત્પન્ન થાય છે. એટલે માછલીના શરીર માહેલી વિજળીની બેટરી પાછી ચાર્જડ થાય છે.

ડાઇનેમિક ઇલેકટ્રિસિટિ (Dynamic Electricity) તે વિજળીનો વહેતો પ્રવાહ યાને કરન્ટ (current) હોય છે, જે કરન્ટ કોઇ તારમાંથી એક જગાએથી બીજી જગાએ મોકલી શકાય છે. કોઇ બેટરીમાંથી ઉત્પન્ન થતી અથવા ડાઇનેમો મશીનમાંથી ઉત્પન્ન થતી વિજળી તાર મારફતે ગમે તેટલે લાંબે છેટે લઇ જઇ શકાય છે, માટે એ વિજળી ડાઇનેમિક યાને વહેતી વિજળી કહેવાય છે

વિજળીની અસર (Effects of Electricity)–વિજળી અણુદીઠ શક્તિ છે, પણ તેની હાજરી તેની પદાર્થો ઉપર થતી જૂદી જૂદી અસરો અથવા પરિણામો ઉપરથી પુરવાર થાય છે, જે મૂખ્ય કરીને ચાર છેઃ–ગરમીની અસર, લોહચુંબકીક અસર, રસાયની અસર અને શારીરીક અસર.

ગરમીની અસર (Heating Effect)—જ્યારે વિજળી કોઇ પદાર્થમાં દાખલ થાય છે ત્યારે તેને તે ગરમ કરે છે. ધાતુના કોઇ સળિયામાં વિજળી દાખલ થતાંજ તે ગરમ થાય છે, અને વિજળીનો પ્રવાહ જો ઘણો સખ્ત હોય તો તે સળિયો પિગળી પણ જાય છે. જે પદાર્થો પોતામાંથી વિજળી પસાર કરવાનો ગૂણ ધરાવતા નથી તે પદાર્થોમાં ઘણા થોડા પ્રવાહ (current)ની વિજળી પસાર કરતાંજ તે ગરમ થાય છે; પણ ધાતુઓ અને બીજા વિજળી સહેલથી પસાર કરવાનો ગૂણ ધરાવનારા પદાર્થોને ગરમ કરવા માટે વિજળીનો પ્રવાહ ઘણો સખ્ત જોઇએ છેઃ અને જો તેઓને ગરમ કીધા વગર તેઓમાંથી વિજળી પસાર કરવી હોય તો તેઓનો સેકશનલ એરીઆ (sectional area) અથવા જાડાઇ વિજળીના કરન્ટનાં પ્રમાણમાં મોટી રાખવી પડે છે. વિજળીની મદદથી ધાતુ પિગળાવનારી ભઠ્ઠીઓ, ભોજન પકાવનારી ભઠ્ઠીઓ, ધોબીની ગરમ અસ્તરીઓ અને વિજળીની બત્તીઓ વગેરે હમણા ઘણા મોટા વપરાસમાં આવવા લાગી છે.

લોહચુંબકીક અસર (Magnetic Effect)—લોખંડના એક સળિયા ઉપર ધાતુનો તાર ગોલ વિંટાળીને તે તારમાંથી વિજળિનો કરન્ટ પસાર કંરતાંજ તે સળિયો લોહચુંબક બની જાય છે. અને સાધારણ લોહચુંબક માફક તે લોખંડના કકડાઓ પોતાની તરફ ખેંચી શકે છે. એને ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ કહે છે. માત્ર તારનું ગુંચળું (coil) એક સ્પ્રીંગની માફક વાળીને તેની વચમાં લોહડાંનો સળિયો મૂકયા વિના તે ગુંચળામાંથી વિજળીનો કરન્ટ પસાર કરવાથી પણ તે ગુંચળું અથવા કોઇલ લોહચુંબક માફક વર્તે છે. તેજ પ્રમાણે કોઇ તારમાંથી વિજળીનો કરન્ટ પસાર થતો હોય તેની ઉપર લોહચુંબકની સોય (magnetic needle) ટાંગતાં અથવા તેની નજદીક એક હોકાયંત્ર (magnetic compass) લઇ જતાં તે યંત્રની સોય ફરી જઇને લોહચુંબકીક અસર દેખાડે છે.

રસાયની અસર (Chemical Effect)—પાણીમાંથી વિજળીનો કરન્ટ પસાર કરવાથી પાણી જે બે મૂળ તત્વો હાઇડ્રોજન (hydrogen) અને ઑક્ષીજન (oxygen) ગૅસનું બનેલું હોય છે તે છૂટાં પડી જાય છે. વળી વીજળીની મદદથી હલકી ધાતુઓ ઉપર સોના ચાંદીનો ઢોળ (gild) ચહડાવી શકાય છે, જેમાં વિજળીથી રસાયની અસર ઉત્પન્ન થઇને સોના અથવા ચાંદીના કકડા ઉપરથી ધાતુ ઓગળીને બીજી ધાતુ ઉપર તેનું પડ થઇ જાય છે.

શારીરિક અસર (Physiological Effect)—કોઇ પ્રાણીના શરીરમાંથી વિજળી પસાર થતાંજ તેને સખ્ત આંચકો લાગે છે. અને જો વિજળીનો પ્રવાહ સખ્ત હોય તો તે પ્રાણીનું મૃત્યુ પણ નિપજે છે. જો વિજળીના સખ્ત કરન્ટવાળો તાર ભુલમાં પકડવામાં આવે છે તો વિજળીની અસરથી હાથનાં આંગળાંઓના માંસના લોચાઓ (muscles) સંકોચાઇ જવાથી હાથમાંથી તાર છોડી દઇ શકાતો નથી. આ કારણ થકી વિજળીના કરન્ટવાળા તાર અને મશીનરી ઉપર કામ કરતી વખતે હાથમાં રબરનાં મોજાં પેહરવામાં આવે છે, કારણકે રબરમાંથી વિજળી પસાર થઇ શકતી નથી. તેજ માટે વિજળીની ઘણીક ચાવીઓ ઉપર સખ્ત કરેલાં રબરનાં હેન્ડલ ચહડાવેલાં હોય છે.

પ્રકરણ—૨

ઇલેકટ્રીકલ કરન્ટ

ELECTRICAL CURRENT

ઇલેકટ્રીકલ કરન્ટ (Electrical Current)—જેમ સ્ટીમના કે પાણીના પ્રેસર ઉપરાંત તેનું કદ અથવા જથ્થો હોય છે, તેમ વિજળીના પ્રવાહનો પણ જથ્થો હોય છે, જેને ઇલેકટ્રીકલ કરન્ટ કહે છે. એ પ્રવાહનો જથ્થો માપવાના માપને એમ્પીઅર (ampere) કહે છે, અને તે માપના ગેજ અથવા યંત્રને એમ્પીઅર મીટર કહે છે. એક ઉંચી જગ્યાએ મેલેલી પાણીની ટાંકી સાથે જો એક પાઇપ અને કૉક જોડેલાં હોય તો કૉક જ્યાં સુધી બંધ હોય ત્યાં સુધી ટાંકી માહેલું પાણી પાઇપમાંથી વહેતું નથી, પણ જો કૉક

ઉઘાડવામાં આવે તો પાણી વહેવા માંડે છે. તેજ પ્રમાણે કોઇ ડાઇનેમો મશીનમાંથી લીધેલા બે તારો જુદા જુદા રાખી મશીન ચાલુ કરવાથી તે તારોમાંથી વિજળી વહેતી નથી, પણ બન્ને તારોના છેડા એક બીજા સાથે જોડતાંજ તેઓમાંથી વિજળી વહેવા માંડે છે. જો ટાંકીમાંથી પાણી દર સ્કેવર ઇંચે દર સેકન્ડ દીઠ પાંચ ગ્યાલનને હિસાબે વહેતું હોય અને પાઇપની આખી લંબાઇમાં નાના અને મોટા ડાયામેટરની જૂદી જૂદી પાઇપો સાથે જોડેલી હોય તો નાના પાઇપમાંથી પસાર થતાંજ તેની ઝડપ વધશે અને મોટા પાઇપમાંથી પસાર થતાં પાણીની ઝડપ ઓછી થશે ખરી, પરંતુ પાઇપમાંથી તો પાણી દર સેકન્ડ દીઠ પાંચ ગ્યાલનના હિસાબેજ બાહેર પડશે. તેજ પ્રમાણે વિજળીના તારની લંબાઇમાં કોઇ જાડો અને કોઇ પાતળો તાર સાથે જોડેલો હોય તો વિજળીનો એકજ સરખો જથ્થો જાડા તેમજ પાતળા તારમાંથી વહેશે, પરંતુ જાડા તાર કરતાં પાતળા તારમાંથી વહેતાં વિજળીની ઝડપ વધશે, જેથી પાતળો તાર જાડા તાર કરતાં વધુ ગરમ થશે.

ઇલેકટ્રો-મોટીવ ફોર્સ (Electro Motive Force)— જેમ સ્ટીમનો અથવા પાણીનો પ્રેસર હોય છે, તેમ વિજળીનો પણ પ્રેસર હોય છે, જેને ઇલેકટ્રો-મોટીવ ફોર્સ કહે છે. વિજળીનો એ પ્રેસર સ્ટીમ અથવા પાણીના પ્રેસરને તદન મળતો હોય છે; એટલે કે જેમ વધારે પ્રેસરની સ્ટીમ ઓછા પ્રેસરની સ્ટીમથી ભરેલાં કોઇ વાસણમાં દાખલ થઇ શકે છે, અથવા ઉંચી સપાટી ઉપરનું પાણી નીચી સપાટી ઉપર વહી આવે છે, તેમ વીજળીનો પ્રેસર પણ કરે છે. એટલે જો એક જગાએ વિજળીનો વધારે પ્રેસર હોય અને બીજી જગાએ ઓછો યા નહીં હોય અને બન્ને જગા વચ્ચે ધાતુના તારથી સંબંધ હોય તો વધારે પ્રેસરની વિજળી ઓછા પ્રેસરની જગા તરફ ધસડાઇ જશે. એ ઇલેકટ્રો-મોટીવ ફોર્સને **વોલટેજ** (voltage) અથવા ટુંકમાં **વોલ્ટ** (volt) કહે છે અને એના ગેજને વોલ્ટ મીટર કહે છે.

ઇલેકટ્રીકલ રીઝીસ્ટન્સ(Electrical Resistance)— જેમ સ્ટીમ અથવા પાણીને એક પાઇપમાથી વહેતાં પાઇપમાં થતાં ફ્રીકશન અથવા ઘસાડાને લીધે અટકાવ નડે છે તેમ વિજળીને પણ એક તારમાથી પસાર થતાં અટકાવ નડે છે, જેને ઇલેકટ્રીકલ રીઝી-

સ્ટન્સ કહે છે. એ અટકાવ માપવાનાં માપને ઓહમ (Ohm) કહે છે. જેમ એક નાના પાઇપમાંથી પાણીનો મોટો જથ્થો ખુબ દાબીને પસાર કરવા જતાં તે પાઇપ ફાટી જાય છે, તેમ એક પાતળા તારમાંથી વિજળીનો મોટો જથ્થો પસાર કરતાંજ તે તાર લાલચોળ ગરમ થઇને બળી જાય છે. એ અટકાવ અથવા રીઝીસ્ટન્સ ત્રણ બાબદો ઉપર આધાર રાખે છેઃ—તારની ધાતુની વિજળી પસાર કરવાની શક્તિ (conductivity), તારની જાડાઇ અને તારની લંબાઇ.

વોલ્ટ (Volt)—વિજળીનો એક એમ્પીઅર જેટલો પ્રવાહ (current) એક ઓહમ જેટલા અટકાવ અથવા રીઝીસ્ટન્સ સામે પસાર થતાં જે પ્રેસર અથવા ઇલેક્ટ્રો-મોટીવ ફોર્સ ઉત્પન્ન કરે છે તે પ્રેસર અથવા ફોર્સને એક વોલ્ટ કહે છે. ૨૫૦ વોલ્ટ સુધીના પ્રેસરને લો (low) પ્રેસર, ૨૫૦ થી ૬૫૦ વોલ્ટ સુધીના પ્રેસરને મીડીઅમ (medium) પ્રેસર, અને ૬૫૦ થી વધારે વોલ્ટના પ્રેસરને હાઇ (high) પ્રેસર કહે છે.

એમ્પીઅર (Ampere)—વિજળીનો એક વોલ્ટ જેટલો પ્રેસર એક ઓહમ જેટલા રીઝીસ્ટન્સવાળા તારમાંથી પસાર થતાં જે કરન્ટ અથવા વિજળીનો પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે તેને એક એમ્પીઅર કહે છે. એટલે એક ઓહમ જેટલા અટકાવ સામે એક વોલ્ટનો પ્રેસર ઉત્પન્ન કરવા વિજળીનો જેટલો જથ્થો જોઇએ તેટલા જથ્થા (quantity) ને એક એમ્પીઅર કહે છે. એમ્પીઅરના માપને એમ્પીઅરેજ પણ કહે છે. જ્યારે એક એમ્પીઅર જેટલો કરન્ટ એક સેકન્ડ સુધી ચાલે ત્યારે તેને કુલોન (Coulomb) કહે છે. **કુલોન**=એમ્પીઅર×સેકન્ડ.

ઓહમ (Ohm)—૪૧.૭૭ ઇંચ (૧૦૬.૩ સેન્ટીમીટર, ફ્રેન્ચ) લાંબા અને .૦૦૧૫૫૦ સ્કવેર ઇંચ (૧ સ્કવેર મીલીમીટર, ફ્રેન્ચ) એરીઆના પારા (mercury)ના જથ્થામાંથી વિજળી પસાર કરતી વખતે ૩૨૦ ટેમ્પરેચરે જે અટકાવ (resistance) નડે તેને એક ઓહમ કહે છે. એક **મેગહોમ** (megohm) એટલે દશ લાખ ઓહમ, અને એક માઇક્રોહોમ (microhm) એટલે એક ઓહમનો દશ લાખમો ભાગ.

ઓહમનો કાયદો (Ohm's Law)—યાંત્રીક અથવા મિકેનિકલ પાવર ઉત્પન્ન કરવા માટે બે ચીજોની જરૂર પડે છે; વજન અને તફાવત. એક વજન ચોક્કસ તફાવતે ચાલે તોજ પાવર અથવા કામ ઉત્પન્ન થાય. એક સ્ટીમ એનજીનના પીસ્તનનો એરીઆ ૧૦ સ્કવેર ફીટ હોય અને તે જો ૪ ફીટ ચાલે અને પીસ્તન ઉપરનો પ્રેસર અથવા વજન સ્કવેર ફુટ દીઠ ૧૦૦ પાઉન્ડ હોય તો ૧૦×૧૦૦×૪=૪૦૦૦ ફુટ–પાઉન્ડ કામ ઉત્પન્ન થાય. એજ પ્રમાણે વિજળીની મારફતે કામ અથવા પાવર ઉત્પન્ન કરવા માટે વિજળીનો પ્રેસર (વોલ્ટ) અને વિજળીના જથ્થા (કરન્ટ)ની જરૂર પડે છે. જેમ એક સ્ટીમ એન્જીનના સીલીન્ડરમાં પીસ્તનના ઘસાડાથી ફ્રીકશન અથવા અટકાવ નડે છે, જેથી ખરેખરૂં કામ ઉપર આપેલા દાખલા કરતાં કાંઇક ઓછું નિપજે છે, તેમ ઇલેકટ્રીકલ પાવરમાં પણ વિજળીને તારમાં વહેતાં અટકાવ નડવાથી કાંઇક કામ ઓછું નિપજે છે. ઓહમ નામના એક જરમન વિદ્વાને વિજળીને લગતો શોધી કાહડેલો કાયદો એ છે કે જો પ્રેસર (વોલ્ટ) વધારવામાં આવે તો કરન્ટ (એમ્પીઅર) વધે છે અને રીઝીસ્ટન્સ (ઓહમ) વધારવામાં આવે તો કરન્ટ ઓછો થાય છે. એટલે વિજળીના કોઇ તારમાંથી પસાર થતો કરન્ટ કેટલા એમ્પીઅરનો છે તે શોધી કાહડવા માટે તેના વોલ્ટેજને તેના રીઝીસ્ટન્સ વડે ભાંગવા. એ રીઝીસ્ટન્સ આખા સરકીટનો લેવામાં આવે છે; એટલે કે એક તારમાં જો બેટેરી, લેમ્પો, પંખા વગેરે જોડાયલા હોય તો તે તે તારના રીઝીસ્ટન્સ ઉપરાંત દરેક બેટેરી, લેમ્પ, પંખા વગેરેનો સામટો રીઝીસ્ટન્સ ગણતરીમાં લેવામાં આવે છે.

પ્રેસર, કરન્ટ અને રીઝીસ્ટન્સ એ ત્રણ ચીજો માંહેલી બે આપી હોય તો ત્રીજી શોધી કાહડવા માટેનો ઓહમનો ફૉરમ્યુલા અથવા ગણતરી નીચે મુજબ છે:—

I=ઇલેકટ્રીકલ કરન્ટ, એમ્પીઅરમાં.

V=ઇલેકટ્રોમોટીવ ફૉર્સ, વોલ્ટમાં.

R=ઇલેકટ્રીકલ રીઝીસ્ટન્સ, ઓહમમાં.

$I=\frac{V}{R}$ $R=\frac{V}{I}$ $V=I \times R$

સી. જી. એસ. યુનીટ (C. G. S. Unit)-ઇલેક્ટ્રીકલ એન્જીનીઅરીંગમાં પાવરનું પ્રમાણ માપવા માટે સી. જી. એસ. યુનીટ અથવા સેન્ટીમીટર-ગ્રામ-સેકન્ડનું માપ નક્કી કરવામાં આવ્યું છે. ફ્રેંચ લંબાઇનું માપ એક સેન્ટીમીટર (centimeter) આસરે ·૩૯ ઇંચની બરાબર હોય છે, અને ફ્રેંચ વજન (gram) આસરે ·૦૦૨ પાઉન્ડ જેટલું હોય છે, માટે એક સેકન્ડમાં એક ગ્રામનું વજન એક સેન્ટી-મીટર જેટલું ઉંચકાય અથવા ચાલે તો એક સી. જી. એસ. યુનીટ જેટલું કામ ઉત્પન્ન થાય. એવા દશ કરોડ સી. જી. એસ. યુનીટનો એક વોલ્ટ થાય છે, જે ઉપરથી ખ્યાલ આવી શકશે કે વિજળીક શક્તિ કેટલા બારીક જથ્થામાં પણ માપી શકાય છે. $\frac{1}{10}$ સી. જી. એસ. યુનીટનો એક એમ્પીઅર થાય છે, અને એક અબજ સી. જી એસ. યુનીટનો એક ઓહમ થાય છે.

વૉટ (Watt)—એક વોલ્ટના પ્રેસરનો એક એમ્પીઅર જેટલો કરન્ટ જે પાવર ઉત્પન્ન કરે તેને એક વૉટ કહે છે. એટલે એમ્પીઅરને વોલ્ટેજ વડે ગુણવાથી વૉટ મળે છે, જે ઇલેકટ્રીકલ પાવર અથવા વિજળીથી ઉત્પન્ન થતું કામ બતાવે છે. **કીલોવૉટ** એટલે એક હજાર વૉટ. ૫૦૦ એમ્પીઅર અને ૨૦૦ વૉલ્ટનો એક ડાઇનેમો હોય તો ૫૦૦×૨૦૦=૧૦૦૦૦૦ વૉટ થયા માટે તે ૧૦૦૦૦૦÷૧૦૦૦= ૧૦૦ કીલોવૉટનો ડાઇનેમો કહેવાય છે. જો એક એમ્પીઅરનો કરન્ટ એક વોલ્ટના પ્રેસરે એક કલાક સુધી ચાલે તો તે એક વૉટ-અવર કહેવાય છે, અને જો તે માત્ર એક સેકન્ડ ચાલે તો તેને **જોઉલ** (Joule) કહે છે. માટે એક વૉટ એટલે એક સેકન્ડે એક જોઉલ જેટલું કામ ઉત્પન્ન થાય. **જોઉલ**=વોલ્ટ×એમ્પીઅર×સેકન્ડ.

W વૉટ=વોલ્ટ×એમ્પીઅર=V×I

W વૉટ=રીઝીસ્ટન્સ×એમ્પીઅર ૨=R×I ૨

W વૉટ=વોલ્ટેજ ૨÷રીઝીસ્ટન્સ=V ૨÷R

દાખલો—એક સરકીટમાં ૨૦ એમ્પીઅર અને ૩૦ વોલ્ટનો કરન્ટ છે અને રીઝીસ્ટન્સ ૧.૫ ઓહમ છે, તો

વૉટ=૨૦×૩૦=૬૦૦, અથવા

„ =૨૦×૨૦×૧.૫=૬૦૦, અથવા

„ =૩૦×૩૦÷૧.૫=૬૦૦.

ઇલેકટ્રીકલ હોર્સ પાવર (Electrical Horse Power)—૭૪૬ વૅાટ જેટલું કામ દર મીનીટે ૩૩૦૦૦ ફુટ-પાઉન્ડ અથવા એક હોર્સ પાવરની બરાબર થાય છે, માટે એક કીલોવૅાટ એટલે એક હજાર વૅાટ (૧૦૦૦÷૭૪૬)=૧.૩૪ ઇલેકટ્રીકલ હોર્સ પાવર (E. H. P.) ની બરાબર છે.

બૅાર્ડ ઑફ ટ્રેડ યુનિટ (Board of Trade Unit)—એક વૅાટ જેટલો પાવર એક કલાક વાપરીએ તો એક વૅાટ-અવર (watt-hour) પાવર કહેવાય છે. અને એક હજાર વૅાટ અથવા એક કીલોવૅાટ જેટલો પાવર એક કલાક વાપરીએ તો એક યુનિટ વિજળી વાપરેલી કહેવાય. આવા એક યુનિટ દીઠ વિજળીનો કરન્ટ પૂરો પાડનારી કંપનીઓ પોતાનો ભાવ મુકરર કરી પોતાનું દામ લીએ છે. ૧ યુનિટ (૧૦૦૦÷૭૪૬)=૧⅓ હોર્સ પાવર-અવરની બરાબર થાય છે. જો ૫૦૦ એમ્પીઅર અને ૧૦૦ વોલ્ટનો ડાઇનેમો હોય તો તે ૫૦૦૦૦ વૅાટ પાવર આપે છે, જેના ૫૦૦૦૦÷૧૦૦૦=૫૦ યુનિટ થયા, અથવા ૫૦×૧⅓=૬૬⅔ હોર્સ પાવર-અવર થયા.

વૅાટ અને હૉર્સ પાવર (Watt and Horse Power)—પાવરની ગણતરીમાં હમેશાં વખત પણ ગણાય છે. યાંત્રિક અથવા મિકેનિકલ હોર્સ પાવરમાં ૩૩૦૦૦ પાઉન્ડનું વજન એક મીનીટમાં એક ફુટ ઉંચકવામાં આવે તો એક હોર્સપાવર ખપેલો કહેવાય છે. જો એક મીનીટને બદલે એક કલાક કામ ચાલે તો હોર્સપાવર-અવર કહેવાય છે. એક હોર્સપાવર એક સેકન્ડમાં ૫૫૦ ફુટ-પાઉન્ડ, એક મીનીટમાં ૩૩૦૦૦ ફુટ-પાઉન્ડ, અને એક કલાકમાં ૩૩૦૦૦×૬૦= ૧૯,૮૦,૦૦૦ ફુટ-પાઉન્ડ કામ નિપજાવે છે. એક વૅાટ કરન્ટ એક સેકન્ડ સુધી ચાલે તો તે એક જોઉલ કહેવાય છે, અને એક કલાક ચાલે તો વૅાટ-અવર કહેવાય છે. માટે હૉર્સ પાવર-અવર=દર હૉર્સ—પાવર દીઠ વૅાટ×એક કલાકની સેકન્ડ, અથવા ૭૪૬×૩૬૦૦= ૨૬,૮૫,૬૦૦.

એક વૅાટ=.૭૩૭ ફુટ પાઉન્ડ=.૦૦૧૩૪ હૉર્સપાવર, કારણ કે .૭૩૭÷૫૫૦=.૦૦૧૩૪ હૉર્સપાવર.

∴ ૫૫૦ ફુટ પાઉન્ડ=.૭૩૭×૭૪૬.

∴ એક હૉર્સપાવર=.૦૦૧૩૪×૭૪૬.

ઇન્ટરનલ અને એક્ષટરનલ રીઝીસ્ટન્સ (Internal and External Resistance)—દરેક સરકીટમાં ઇન્ટરનલ અથવા અંદરનો અને એક્ષટરનલ અથવા બાહેરનો મલીને સામટો રીઝીસ્ટન્સ ગણુતરીમાં લેવામાં આવે છે. ધારો કે ૫૦ શેલની એક બેટરી સીરીઝમાં જોડેલી છે, જેથી તેનો ઇલેક્ટ્રીકલ પ્રેસર ૧૦૦ વોલ્ટ મલે, અને બાહેરના તારનો રીઝીસ્ટન્સ એક ઓહમ છે, માટે ઉપલી ગણુતરી પ્રમાણે કરન્ટ=૧૦૦÷૧=૧૦૦ એમ્પીઅર મલવો જોઇએ. પણુ ખરેખર તેમ થતું નથી; કારણુ કે એમાં માત્ર બાહેરનો અથવા એક્ષતરનલ રીઝીસ્ટન્સ ગણુતરીમાં લીધો છે, અને બેટરીની અંદરનો અથવા ઇનટરનલ રીઝીસ્ટન્સ ગણુતરીમાં લીધો નથી, માટે એ જવાબ મુજબ ૧૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ ખરેખરો મલે નહી. જો દરેક શેલનો રીઝીસ્ટન્સ .૨૫ ઓહમ હોય તો ૫૦ શેલના ૫૦×.૨૫= ૧૨.૫ ઓહમ થાય, જે ઇનટરનલ રીઝીસ્ટન્સ કહેવાય છે. એમાં બાહેરનો એક્ષટરનલ રીઝીસ્ટન્સ ૧ ઓહમ ઉમેરતાં સામટા રીઝીસ્ટન્સ ૧૩.૫ ઓહમ થાય, માટે ૧૦૦÷૧૩.૫=૭.૪ એમ્પીઅર કરંટ એ બેટરીમાંથી મલે. એવીજ રીતે એક સરકીટમાં બેટરીને બદલે ડાઇનેમો કે મોટર વગેરે હોય તો તેઓના રીઝીસ્ટન્સ પણુ અંદરના રીઝીસ્ટન્સ તરીકે ગણુતરીમાં લેવા જોઇએ.

વૉલ્ટેજમાં પડતી ઘટ (Drop in Voltage)—ઉંચી જગ્યાએ મેલેલી એક પાણીની ટાંકીમાંથી પાઇપ જમીન સુધી જોડી લાવી તે પાઇપ જો જમીન ઉપર ધારો કે ૩૦૦ ફીટ લંબાવ્યો છે, અને ધારો કે તે ટાંકી એટલે ઉંચે મેલેલી છે કે જમીન ઉપર પાણીનો પ્રેસર ૫૦ પાઉન્ડ પડે છે. હવે જો જમીન ઉપરના આડા પાઇપ ઉપર દર એકસો ફીટને અંતરે પ્રેસર ગેજ લગાડયા હોય તો આડા પાઇપના ટાંકી તરફના છેડાના ગેજમાં ૫૦ પાઉન્ડ પ્રેસર દેખાડશે; ત્યાંથી ૧૦૦ ફીટને તફાવતે મૂકેલા ગેજમાં ૪૯½ પાઉન્ડ, બીજા ૧૦૦ ફીટ તફાવતે મૂકેલા ગેજમાં ૪૯ પાઉન્ડ, અને ત્રીજા ૧૦૦ ફીટને તફાવતે મેલેલા ગેજમાં ૪૮½ પાઉન્ડ પ્રેસર દેખાડશે. આ ઉપરથી માલમ પડે છે કે લાંબા પાઇપમાંથી વહેતાં ઘસાડા અથવા ફ્રીકશનને લીધે પાણીનો પ્રેસર ઓછો થતો જાય છે, અને પ્રેસરમાં દર ૧૦૦ ફીટ લંબાઇએ અરધા પાઉન્ડ પ્રેસરની ઘટ પડે છે.

તેજ પ્રમાણે વિજળીના તારની લાંબી લાઇનમાંથી પસાર થતાં ઇલેક્ટ્રીકલ પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજ તારમાં થતા અટકાવ અથવા રીઝીસ્ટન્સને લીધે ઘટે છે, અને તારને બીજે છેડે શરૂઆત જેટલો વોલ્ટેજ મળતો નથી. એટલે જો ડાઇનેમોથી કોઇ લૅમ્પ યા મોટર ઘણે દૂર હોય તો તે લૅમ્પ યા મોટરને ડાઇનેમોના પૂરેપૂરા વોલ્ટેજ મળતા નથી, તેથી તે લૅમ્પ ઝાંખો બળે છે, યા મોટરની ઝડપ ઓછી થાય છે. એ ડ્રૉપ અથવા ઘટ ખરેખરી કેટલી પડે છે તે ઉપર આપેલા ઓહમના ફૉરમ્યુલાથી શોધી કાહડી શકાય છે. ગણતરીમાં પોઝીટીવ અને નેગેટીવ બન્ને તારની સામટી લંબાઇ લેવામાં આવે છે. સારી રીતે ગોઠવેલાં ઇલેક્ટ્રીકલ કામમાં વોલ્ટેજમાં ગમે તેટલી દુરની લંબાઇએ પણ સેંકડે બે ટકાથી વધુ ઘટ પડવી નહી જોઇએ.

દાખલો ૧.—એક ડાઇનેમોથી લૅમ્પ ૨૦૦ વાર દુર છે. કરન્ટ ૨૦ એમ્પીઅર છે, તારનું નંબર ૭/૧૪ છે, જેનો રીઝીસ્ટન્સ કોઠા—૨ પ્રમાણે દર ૧૦૦૦ વાર દીઠ .૬૯ ઓહમ છે, તો કેટલા વોલ્ટ ઘટ અથવા ડ્રૉપ પડશે?

V=I×R. તારની આખી લંબાઇ ૨૦૦×૨=૪૦૦ વાર.

૧૦૦૦ વારે જો ·૬૯ ઓહમ તો ૪૦૦ વારે ·૨૮ ઓહમ રીઝીસ્ટન્સ.

માટે ૨૦×.૨૮=૫.૬ વોલ્ટ ડ્રૉપ પડશે (જવાબ).

દાખલો ૨.—એક લૅમ્પ ૧૦૦ વોલ્ટનો અને ૨૦૦ ઓહમના રીઝીસ્ટન્સનો ૧૧૦ વોલ્ટના સરકીટ ઉપર મુકેલો છે, તો તે સરકીટ અથવા લાઇનનો રીઝીસ્ટન્સ કેટલો હશે?

૧૧૦−૧૦૦=૧૦ વોલ્ટ ડ્રૉપ, લાઇનમાં.

લૅમ્પનો કરન્ટ $=I=\frac{V}{R}=\frac{૧૦૦}{૨૦૦}=.૫$.

લાઇનનો રીઝીસ્ટન્સ $=R=\frac{V}{I}=\frac{૧૦}{.૫}=૨૦$ ઓહમ (જવાબ).

પ્રકરણ–૩.

વિજળીની ઉત્પત્તિ

GENERATION OF ELECTRICITY

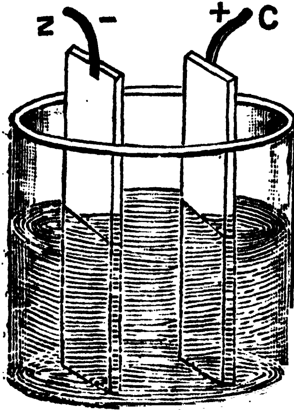
વિજળીની ઉત્પત્તી ત્રણ રીતે થઇ શકે છે: ગરમીની ક્રયાથી (thermally), રસાયની ક્રિયાથી (chemically), અને યાંત્રિક ક્રિયાથી (mechanically).

ગરમીની ક્રીયાથી ઉત્પન્ન થતી વીજળીનો કરન્ટ ઘણોજ નબળો હોય છે. કોઇબી જૂદી જૂદી ધાતુના તાર અથવા પ્લેટોને એક બીજા સાથે જોડમાં જોડીને તે માહેલો કોઇબી એક તાર કે પ્લેટને ગરમ કરવાથી તે જોડીમાં વિજળીનો નાના પ્રકારનો પ્રવાહ ચાલુ થાય છે; જેમ કે ચાંદી અને ત્રાંબાના બે ટુકડાઓ સાથે જોડી તે માહેલો એક ટુકડો ગરમ કરવાથી તુરત આ જોડી (couple) માં વિજળિનો કરન્ટ ચાલુ થાય છે. આ સિદ્ધાંતને આધારે ગળાંમાં કે કમ્મરે બાંધવાના વિજળીના પટા બનાવવામાં આવે છે. એમાં ચાલતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ એક વોલ્ટના ૫૦૦ થી ૧૦૦૦ મા ભાગ જેટલો નાનો હોય છે. એવા વિજળીના પટા અથવા વિંટી કે કમરબંધ બે જૂદી જૂદી ધાતુની પાતળી પ્લેટ કે ટુકડાના બનાવેલા હોય છે, જે માહેલા એક જાતની ધાતુના ટુકડા શરીરની ચામડીને લાગુ રહે છે, જે બીજી ધાતુ કરતાં વધુ ગરમ થવાથી તેમાં વિજળીનો કરન્ટ ચાલુ થાય છે.

સેલ અને બેટેરી (Cell and Battery)-ખરી રીતે તો એક વિજળી ઉત્પન્ન કરનારૂં રસાયન ભરેલું વાસણ સેલ કહેવાય છે, અને એવાં એકથી વધુ સેલ સાથે જોડવાથી બેટેરી બને છે. પણ ટુંકમાં વિજળીનાં દરેક છૂટાં સેલને બેટેરી કહેવાનો રિવાજ પડી ગયો છે. વિજળી ઉત્પન્ન કરવાની (generating) બેટેરી પ્રાઇમરી (primary) સેલ કહેવાય છે; પણ જે બેટેરીમાં કોઇ ડાઇનેમોમાંથી વિજળી ભરવામાં આવે છે તેને સેકન્ડરી (secondary) બેટેરી અથવા એકયુમ્યુલેટર (accumulator) અથવા સ્ટોરેજ (storage) બેટેરી કહે છે.

રસાયની ક્રિયાથી ઉત્પન્ન થતી વીજળી—કાચ અથવા કોડીના વાસણમાં બે જૂદી જૂદી જાતની ધાતુના ટુકડા મૂકી

તેમાં કોઇ જાતના ખાર અથવા એસીડ વાળું પાણી ભરવાથા વિજળીની બેટરી બને છે, અને તે ધાતુના ટુકડાઓને એક ધાતુના તારવડે તે વાસણની બાહેરથી જોડવાથી તેઓમાં વિજળીનો કરન્ટ ચાલુ થાય છે. એને **પ્રાઇમરી સેલ** (primary cell) અથવા વિજળી ઉત્પન્ન કરનારી બેટરી કહે છે. કોઇ બેટરીમાં એકજ જાતની પ્રવાહી હોય છે, જેમાં બન્ને ધાતુઓના ટુકડા ડુબાડેલા હોય છે, જ્યારે કોઇમાં બે જૂદી જૂદી જાતની રસાયની પ્રવાહીમાં એ ટુકડાઓ જૂદા જૂદા ડુબાડેલા હોય છે. સાદી બેટરી ચિત્ર નાં૦ ૧ માં બતાવી છે. એમાં એક કાચના કે કોડીના વાસણમાં પાણી ભરી તેમાં થોડીક સલફ્યુરીક એસીડ અથવા બીજી કોઇ એસીડ ઉમેરી તેમાં એક પ્લેટ જસત અથવા ઝીન્કની અને બીજી ત્રાંબા અથવા કૅાપરની મૂકવામાં આવે છે. એ બન્ને પ્લેટને ધાતુના તારવડે જોડવાથી તે તારમાં વિજળીનેા પ્રવાહ ચાલુ થાય છે. જે ધાતુની પ્લેટ એસીડમાં વહેલી અને વધારે ખવાઇ જાય છે તેમાંથી નેગેટીવ, અને બીજીમાંથી પૅાઝીટીવ વિજળી નિકળે છે. ચિત્રમાં બતાવેલી બેટરીમાં ત્રાંબાની પ્લેટ ખવાતી નથી તેથી તે પાઝીટીવ હોય છે, અને જસતની પ્લેટ જલદી ખવાઇ જાય છે માટે તે નેગેટીવ હોય છે. જો એ બન્ને પ્લેટને તારથી નહી જોડવામાં આવે તો વિજળીનો પ્રવાહ ચાલુ થતો નથી, પણ જસતમાં સખ્ત નેગેટીવ વિજળી અને ત્રાંબામાં નબળી પૅાઝીટીવ વિજળી ભરાઇ રહે છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧.
સાદી બેટરી.

પોલેરાઇઝેશન (Polarization)—એ જાતની સાદી બેટરીમાં જસત સાથે સલફ્યુરીક એસીડનેા સંયોગ થવાથી હાઇડ્રોજન ગૅસ ઉત્પન્ન થાય છે, જેના પરપોટા ત્રાંબાની પ્લેટ ઉપર લાગી રહી ત્યાં હાઇડ્રોજન ગૅસનું પાતળું પડ થઇ રહેવાથી બેટરીમાંથી બાહેર પડતો વિજળીનો કરન્ટ ઓછો થતો જાય છે, માટે એવી જાતની

બેટરીને વારંવાર હલાવ્યા કરવી પડે છે.—હાઇડ્રોજન થવાના સબબે વિજળીનો કરન્ટ બંધ થવાની ક્રિયાને પોલરાઇઝેશન કહે છે. વળી એવી બેટરીમાં પાણીના ભેળ વગરની કાચી એસીડ નામવાથી વિજળી ઉત્પન્ન થતી નથી, કારણ કે એસીડ અને જસતના સંયેાગથી બેટરીમાં જસતનેા ખાર (sulphate of zinc) ઉત્પન્ન થાય છે, જેનું પડ જસતની પ્લેટ ઉપર ચેાંટી બેસવાથી જસત એસીડમાં ખવાતું અથવા ઓગળતું નથી અને વિજળી ઉત્પન્ન થતી નથી. એ ખાર માત્ર પાણીમાંજ અથવા પાણીના ભેળવાળી એસીડમાંજ પિગળે છે, પણ કાચી એસીડમાં પિગળતેા નથી. પેાલરાઇઝેશન થતું અટકાવવા માટે જૂદી જૂદી જાતની રસાયની મેળવણીઓની પ્રાઇમરી બેટરીઓ બનાવવામાં આવે છે, જેથી જ્યાં સુધી બેટરી માહેલી પ્લેટો તેમજ રસાયની પ્રવાહી ખપી જાય નહી ત્યાં સુધી વિજળીનો કરન્ટ એક સરખો ચાલુ મલ્યા કરે. કેટલાકેા ત્રાંબાને બદલે કારબન (carbon) ની બનાવેલી પ્લેટ અથવા રૅાડ વાપરે છે, કારણ તેમાં હાઇડ્રોજન ગૅસ ચુસી લેવાનેા (absorbing) ગૂણ હેાય છે. એજ કારણ થકી ઘણી સારી જાતની બેટરીઓમાં એકને બદલે બે જૂદી જૂદી જાતની પ્રવાહીઓ ભરેલી હેાય છે, જેઓ "ટુ ફ્લુઇડ સેલ" (two fluid cell) કહેવાય છે; જ્યારે સાદી પ્લેન (plain) સેલમાં માત્ર એકજ પ્રવાહી હેાય છે.

ક્લેાઝડ સરકીટ અને એાપન સરકીટ (Closed Circuit & Open Circuit)—પેાલરાઇઝેશન અટકાવવા માટે પ્રાઇમરી બેટરીઓમાં જે બીજી રસાયની મેળવણી કે પ્રવાહી વાપરવામાં આવે છે તેને ડીપેાલરાઇઝર (depolarizer) કહે છે. એવી બેટરીઓ બે જાતની બનાવવામાં આવે છે. એકને ક્લેાઝડ સરકીટવાળી અને બીજી જાતને એાપન સરકીટવાળી કહે છે. ક્લેાઝડ સરકીટવાલી બેટરી લાંબેા વખત કરન્ટ વાપરવા માટે વધારે અનુકુળ હેાય છે, કારણ કે એમાંથી લાંબેા વખત સુધી એક સરખેા કરન્ટ ખેંચી શકાય છે. એટલા માટે એ જાતની બેટરી ટેલીગ્રાફ, ઇલેકટ્રો પ્લેટીંગ વગેરે કામ માટે વપરાય છે; પણ એાપન સરકીટવાળી બેટરી વિજળીક ઘંટી, ટેલીફેાન, ફ્લેશલાઇટ આપવા વગેરે માટે વપરાય છે, કારણ કે એમાંથી કરન્ટ ચાલુ લાંબેા વખત ખેંચવાથી એ લગભગ ખાલી થઇ જાય

છે, અને એને જ્યાં સુધી પુરતી આશાયશ આપવામાં આવતી નથી ત્યાં સુધી એ પાછી વિજળીથી ભરાતી નથી. ચિત્ર ના૦ ૧ માં બતાવેલી બેટરી એ જાતની ઓપન સરકીટવાળી બેટરી છે.

ડ્રાઇ સેલ (Dry Cell)—એ જાતની બેટરી ઓપન સરકીટવાળી હોવાથી એમાંથી વિજળી લાંબો વખત સુધી ચાલુ ખેંચાઇ શકાતી નથી. એમાં રસાયન મેળવણી પ્રવાહીને બદલે પેસ્ટ (paste) અથવા લાહીના આકારમાં હોય છે, જેથી એને સુકકી અથવા ડ્રાઇ બેટરી કહે છે. એ ઝીન્ક–કારબનની જોડીની ઘણું ખરૂં બનાવવામાં આવે છે, જેમાં ઝીન્ક અથવા જસતના દાબડામાં પ્લાસ્ટર ઑફ પેરીસ (plaster of Paris) અથવા ચીકોડીનો ચૂનો અને થોડોક સ્હેજ પાણી ભેળેલો મેદો (starch) ભરવામાં આવે છે, અને તે પાઉડરમાં કારબનનો ટુકડો ગોઠવવામાં આવે છે. બીજી જાતમાં જસતની નળી અથવા ટ્યુબમાં વચ્ચે કારબનની લાકડી મૂકીને તેની આજુબાજુ નીચલી મેળવણી ભરવામાં આવે છે જેને ડીપોલરાઇઝીંગ સોલ્યુશન કહે છે.

નવસાગર (sal ammoniac) એક ભાગ.
ઝીન્ક કલોરાઇડ (zinc chloride) એક ભાગ.
મેન્ગેનીઝ પરઓક્ષાઇડ (manganese peroxide) એક ભાગ.
કારબનનો ભૂકો (granulated carbon) એક ભાગ.

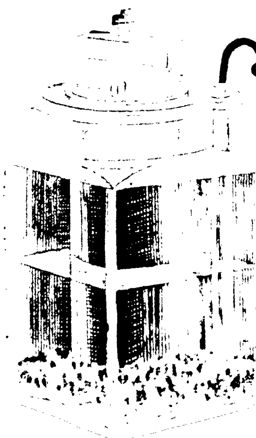
ઉપલી વસ્તુઓ મેળવીને ત્રણ ભાગ પ્લાસ્ટર ઑફ પેરીસ, એક ભાગ મેદો અને બે ભાગ પાણીની મેળવેલી લાહીમાં ભેળીને કારબનની લાકડીની આસપાસ તેનું પડ કરવામાં આવે છે. પછી ઉપલીજ લાહીમાં એક ભાગ ઝીન્ક કલોરાઇડ, એક ભાગ નવસાગર મેળવીને તેનું બીજું પડ પહેલાં પડની આજુબાજુ કરવામાં આવે છે. આ છેલ્લી મેળવણીને એક્ષાઇટીંગ સોલ્યુશન (exciting solution) કહે છે. એ બેટરી બનાવવાની રીત એ છે કે ઝીન્કના દાબડા અથવા ટ્યુબમાં વચ્ચે કારબનની લાકડી જેટલી જાડી મુકવાની હોય તે કરતાં લગભગ દોહડી જાડી એક લાકડાંની લાકડી પહેલ્લાં ગોઠવીને તેની આજુબાજુ એક્ષાઇટીંગ સોલ્યુશન નાખી ઠરવા દેવું. એ ઠર્યા પછી લાકડું કાહાડી લઇને ખાડા વચ્ચે કારબનની લાકડી ગોઠવીને તેની આજુબાજુની જગ્યામાં ઉપર પહેલ્લાં આપેલું ડીપોલરાઇઝીંગ સોલ્યુશન

નાંખી ઠરવા દેવું. વચ્ચે કારબન, તેની બાહેર ડીપોલરાઇઝીંગ સોલ્યુશન અને તેની બાહેર એક્ષાઇટીંગ સોલ્યુશન, અને તેની બાહેર જસતનું વાસણ, એ પ્રમાણે અનુક્રમે આવે તેવી રીતે ગોઠવણ કરવામાં આવે છે.

બીજી જાતની ડ્રાઈ સેલમાં કારબન અને મેન્ગેનીઝ ધાતુના પાઉડરને મોલ્ડમાં દાબીને તેની લાકડી બનાવવામાં આવે છે. પછી પ્લાસ્ટર ઑફ પેરીસ ૩ ભાગ અને પાણી ૨ ભાગ મેળવીને તેની લાહી જેવું બનાવી તેમાં ઝીન્ક ઓક્ષાઇડ ૧ ભાગ, ટંકણખાર ૧ ભાગ, અને ઝીન્ક કલોરાઇડ ૧ ભાગ મેળવીને કારબનની આસપાસ ઝીન્કના દાબડામાં નાખી ઠરવા દેવામાં આવે છે.

ડ્રાઇ સેલનો વોલ્ટેજ ઘણું ખરૂં ૧.૪ થી ૧.૫ રહે છે અને તેની અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ .૩ ઓહમ હોય છે. ડ્રાઇસેલને ઉપર મુજબ બનાવી તેને મથાળે બીત્યુમન (bitumen) અથવા દામર નામીને સીલ કરવામાં આવે છે, કે જેથી બાહેરની હવા કે ભિનાશ તેનાં સોલ્યુશન ઉપર અસર કરે નહી. કેટલોક વખત પછી એવી બેટેરી અથવા સેલ સુકાઇ જાય છે અથવા ખપી જાય છે, જેથી તે નકામી થઇ પડે છે. કોઇ વખતે તેની ઉપરના દામરનાં પડમાં નાનું છેદ પાડી તેમાંથી થોડુંક પાણી નામવાથી તે સહેજ વિજળી પાછી આપવા માંડે છે.

લેકલાન્શે સેલ (Leclanche Cell)–આ જાતની બેટેરી અથવા સેલ વિજળીની ઘંટી (electric bell) નાં સંબંધમાં ઘણી વપરાય છે, કારણ કે એક વખત એમાં એસીડ વગેરે ભરવાથી તે ઘણો લાંબો વખત સુધી વિજળી આપ્યા કરે છે. અને તે ઉપર ઝાઝું ધ્યાન આપવું પડતું નથી. ચિત્ર ના૦ ૨ માં એ બેટેરી બતાવી છે.



ચિત્ર ના૦ ૨.
લેકલાન્શે સેલ.

એમાં બે વાસણો વપરાય છે. બાહેરનું વાસણ કાચનું હોય છે, જેમાં જસતનો એક રૉડ મૂકી તેમાં નવસાગર (salammoniac) નું પાણી ભરેલું હોય છે. અંદરનું વાસણ એક જાતની માટી (porous earthenware) નું હોય છે, જેમાં કારબનની એક પ્લેટ મૂકી તેની આસપાસ મેન્ગેનીઝ પરૉક્ષાઇડ (manganese peroxide) અને ગૅસ કારબન અથવા ગૅસ ગ્રેફાઇટ (gas graphite) ના ટુકડાઓ ભરેલા હોય છે અને તે ઉપર દામર (pitch) નામી તે વાસણનું મોહડું બંધ કરેલું

હોય છે, પણ તે ડામરનાં પડમાં એકુ બે નાનાં છિદ્રો હવા અને ગૅસ નિકળી જવા માટે રાખેલાં હોય છે.

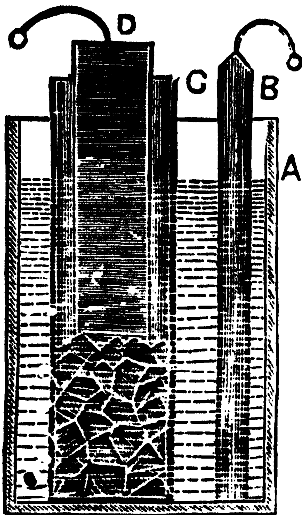
એ જાતની બેટેરી વિજળીનો કરન્ટ લાંબો વખત સુધી ચાલુ આપી શકતી નથી. વિજળીનો કરન્ટ થોડો વાર આપ્યા પછી તે ઘણો નબળો પડી જાય છે, પણ બેટેરીને થોડો વાર આસાએશ આપ્યા પછી તેમાંથી વિજળી ખેંચવાથી તે ઘણો જોરાવર કરન્ટ પાછો થોડો વાર આપી શકે છે. આ કારણ થકી વિજળીની ગીલ્ડ (gild) અથવા ઢોળ ચહડાવવાના કામમાં એ બેટેરી વપરાતી નથી; પણ વિજળીની ઘંટી (electric bell) વગાડવા માટે વપરાય છે. એ ઓપન સરકીટ સેલ કહેવાય છે.

આસરે દોહડ વર્ષ પછી એ બેટેરીમાં નવો નવસાગર ભરવો પડે છે, તથા જસતનો રૉડ પણ બદલવો પડે છે. અંદરનું માટીનું વાસણ સમારી શકાતું નથી માટે તે નવુંજ નાખવું પડે છે. એ બેટેરીમાં જ્યારે નવસાગરનુ પાણી સુકાઇ જાય ત્યારે માત્ર તાજું પાણીજ અવાર નવાર ઉમેરવું પડે છે.

લેકલાન્શે સેલ ગોઠવતી વખતે પહેલ્લાં નવસાગરને પાણીમાં જેટલો પિગળી શકે તેટલો પિગળાવીને પછી થોડુંક વધુ પાણી તેમાં ઉમેરી તે પાણી બેટેરીના કાચના વાસણમાં તે લગભગ પોણું ભરાય તેટલું ભરવામાં આવે છે. પછી તેમાં માટીનું વાસણ મૂકવામાં આવે છે, જેથી પાણીની સપાટી કાચના વાસણને મથાળેથી આસરે દોહડ ઇંચ નીચે રહે. પછી કાચના વાસણમાં જસતનો સળિયો મૂકીને બેટેરીના તાર જોડવા વિના લગભગ ૧૨ કલાક સુધી એક ઠેકાણે રાખી મેળવામાં આવે છે. જેથી નવસાગરનું પાણી અંદરનાં માટીનાં વાસણમાં ચુસાઇ જઇને બાહેરનાં વાસણમાં પાણીની ઉંચાઇ વાસણના ત્રીજા ભાગ જેટલી રહે. તે પછી બેટેરીનું જોડાણ કરવામાં આવે છે અને પાણી જેમ જેમ સુકાતું જાય તેમ તેમ થોડે થોડે દિવસે વધુ ઉમેરતા જઇને તેની સપાટી વાસણની ઉંચાઇના ત્રીજા ભાગ જેટલીજ રાખવામાં આવે છે. એ બેટેરીમાં મલતા કરન્ટનો પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજ આસરે ૧.૫ હોય છે અને એક સેલનો રીઝીસ્ટન્સ આસરે એક ઓહમ હોય છે. એ બેટેરીમાં જો નવસાગરનું પાણી ઘણું સખ્ત અથવા સ્ટ્રોંગ હશે તો જસત ઉપર નવસાગરનો ખાર બાઝવા માંડશે અને જો

પાણીમાં નવસાગર થોડો પડવાથી સોલ્યુશન નરમ હશે તો જસત ઉપર ઝીન્ક કલોરાઇડનો ખાર બાઝશે, અને એ બન્ને હાલતનું પરિણામ બેટરીની નિષ્ફળતામાં આવશે. એની કાચની બરણી આસરે ૭ ઇંચ ઉંચી અને પાંચ ઇંચ ચોરસ આવે છે.

ડેનીઅલ સેલ (Daniell Cell)–આ જાતની બેટરી કલોઝડ સરકીટ વાળી બેટરી કહેવાય છે. અને તે સોના ચાંદીની ગીલ્ડ અથવા ઢોળ ચહડાવવા માટે ઘણી વપરાય છે. એ બેટરીમાં જો અવાર નવાર રસાયની પ્રવાહી ઉમેરતા જવામાં આવે તો એમાંથી નિકળતો વિજળીનો પ્રવાહ ચાલુ અને ચાલુ એક સરખો મળ્યો જાય છે, અને કદી અટકતો નથી, કે ઓછો પણ થતો નથી. એમાં વિજળીનો પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજ ૧ થી ૧.૫ સુધીનો મલે છે અને રીઝીસ્ટન્સ સરાસરી ૨ ઓહમનો હોય છે. એ બેટરીનું વાસણ અથવા જાર (jar) ૮ ઇંચ ઉંચું અને ૬ ઇંચ ડાયામેટરનું હોય છે. જો એમાં રાખેલી પ્લેટ ઘણી નાની હોય અથવા એક બીજીથી ઘણી દૂર હોય અથવા એમા નાખેલો રસાયની પ્રવાહી ખામી ભરેલો હોય તો એનો રીઝીસ્ટન્સ ૩ ઓહમ સુધી વધી જાય છે. વળી એની ટેમ્પરેચર ૬૦ ડીગ્રીથી વધુ ઓછી થવી નહી જોઇએ, કારણ કે બેટરીની ટેમ્પરેચર ઘણી ઠંડી થવાથી એનો રીઝીસ્ટન્સ વધવા પામે છે, જે બાહેરના સરકીટમાં લાગુ પડતા કાયદાથી ઉલટું હોય છે, કારણ કે બાહેરના સરકીટનો તાર જેમ વધુ ગરમ થાય તેમ તેનો રીઝીસ્ટન્સ વધવા પામે છે.



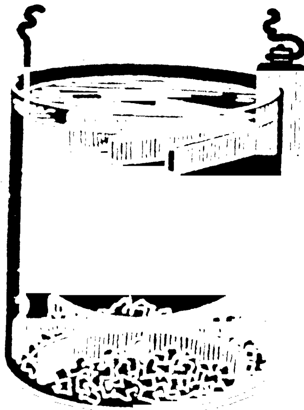
ચિત્ર ના૦ ૩.
ડેનીઅલ સેલ.

ચિત્ર ના૦ ૩ માં ડેનીઅલ સેલ બતાવી છે. એમાં બાહેરનું વાસણ A કાચ અથવા કોડીનું લેવામાં આવે છે, જેમાં જસતનો સળિયો B મૂકી તેમાં સલ્ફયુરીક એસીડ અને પાણીનું મિશ્રણ નાખવામાં આવે છે. એ મિશ્રણ બનાવવા માટે ૧૨ થી ૨૦ ભાગ પાણીમાં

૧ ભાગ સલફ્યુરીક એસીડ નાખવી. યાદ રાખવું કે હમેશાં પાણીમાં એસીડ નાખવી—એસીડમાં પાણી કદી નાખવું નહી.

બાહેરનાં કાચનાં કે કોડીના વાસણમાં ભૂંજેલી માટીનું બનાવેલું (છાપરાંનાં નળિયાં જેવું વાસણ) C મેલી તેમાં ત્રાંબાની પ્લેટ D મૂકવામાં આવે છે, અને પછી તેમાં સલફેટ ઑફ કૉપર (sulphate of copper) અથવા મોરથુથુના કકડા નાખી તેમાં પાણી ભરવામાં આવે છે. ઘણી વખત બાહેરના વાસણમાં સાધારણ નિમક નહી તો ઝીન્ક સલફેત (zinc sulphate) અથવા જસતનો ખાર સલફ્યુરીક એસીડ બદલ નાખવામાં આવે છે. કેટલાકો બાહેરનું વાસણ ત્રાંબાંનું બનાવી તેમાં મોરથુથુનું પાણી ભરે છે, અને અંદરનાં માટીનાં વાસણમાં જસતનો રૉડ અને ઝીન્ક સલફેટનું પાણી રાખે છે.

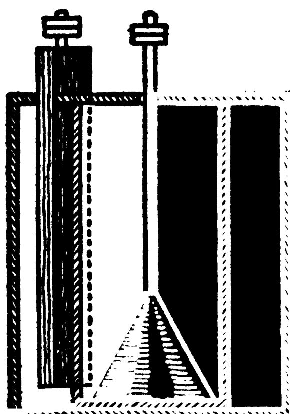
બીજી જાતની ડેનીઅલ સેલ ચિત્ર ના૦ ૪ માં બતાવી છે. એમાં એક પારદર્શક કાચના વાસણમાં હાથનાં પોહળા કરેલાં આંગળાં જેવા આકારમાં ઢાળેલો જસતનો કલૅમ્પ મથાળે વાસણની કિનારી સાથે સ્ક્રુથી પકડી રાખવામાં આવે છે, જેની સાથે નેગેટીવ તાર જોડવામાં આવે છે. વાસણને તળિએ ત્રાંબાની ત્રણ પટીઓને વચ્ચેથી રીવેટ કરીને તેઓના બાહેરના છેડા ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બાહેર વાળી ફેલાવીને મૂકવામાં આવે છે, અને તેની સાથે ચિત્રમાં દાબા હાથ ઉપર બતાવ્યા પ્રમાણે એક ત્રાંબાનો ઇન્સ્યુલેટ કરેલો ત્રાંબાનો તાર જોડી ઉપર લઇ જવામાં આવે છે, જે તાર પૉઝીટીવ હોય છે. એ તારને ગટાપરચા (gutta-percha) નામના રબર જેવા પદાર્થથી ઇન્સ્યુલેટ કરવામાં આવે છે, કારણ કે એ પદાર્થ ઉપર એસીડની અસર થતી નથી. ઇન્સ્યુલેટેડ તાર રાખવાની મતલબ એ છે કે જો ખુલ્લો તાર હોય તો બેટરીમાં જે ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ પેદા થાય તે તેના



ચિત્ર ના૦ ૪.
બીજી જાતની ડેનીઅલ સેલ.

રસાયની પ્રવાહીમાંથી શૉર્ટ સરકીટ (short circuit) થાય નહી. એમાં નું પાણી એટલું ભરવામાં આવે છે કે જેથી મથાળે રાખેલો જસતનો કકડો તેમાં ડુબેલો રહે. એમાં તળિએ મોરથુથુના નાના ટુકડાઓ ત્રાંબાની પટિઓની આજુબાજુ ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ નાખવામાં આવે છે, અને એક મોટો ચમચો ભરીને સલફ્યુરીક એસીડ નાખવામાં આવે છે, અને મથાળેના તાર સાથે જોડીને ૨૪ કલાક સુધી રાખી મેળવામાં આવે છે. ત્યાર પછી બેટરીને હલાવ્યા વિના બાહેરથી જોતાં મોરથુથુનું ઘેરા બ્લુ રંગનું પાણી તળિએ દેખાશે અને તેની ઉપર જસતના ખાર ઝીન્ક સલફેટનું નિતરૂ પાણી દેખાશે, કારણ કે કૉપર સલફેટનું પાણી ઝીન્ક સલફેટનાં પાણી કરતાં વજનમાં ભારે હોવાથી તે નીચે ઠરે છે. જ્યારે આ પ્રમાણે દેખાય અને બન્ને પાણી વચ્ચેની લાઇન સ્પષ્ટ દેખાય ત્યારે બેટરી તૈયાર થયલી ધારવામાં આવે છે. એ બેટરી કલોઝડ સરકીટવાળી હોવાથી એના તાર જોડેલાજ રાખવા જોઇએ. જો કોઇ વેળા એનાં કનેકશનો છૂટાં કરી ઓપન સરકીટ રાખ્યો હોય તો ઝીન્ક ઉપર ત્રાંબું ચહડી જઇને એક જાતનો કાળો કાદવ જેવો પદાર્થ દેખાય છે, જે ઝીન્કને ખાઇ જાય છે, તથા રસાયની પ્રવાહીનો પણ નાશ કરે છે. આવું થવા અગાઉ જ્યારે બેટરી બિગડવાની શુરૂઆત થાય છે ત્યારે બેટરીનાં પાણીનો રંગ સહેજ તપખિરિઓ થવા માંડે છે, જે વખતે તુરતા તુરત સંભાળ લેવાની જરૂર રહે છે.

ફુલર સેલ (Fuller Cell);—એ બેટરી ચિત્ર નાં૦ ૫ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક મોટાં વાસણમાં બીજું નાનું મુકીને બનાવવામાં આવે છે. એક ભુંજેલી માટીનાં વાસણમાં જસતનો પડાગેકો બ્લૉક અથવા પ્લેટ મૂકવામાં આવે છે અને તેમાં આસરે બે આંઉસ પારો (mercury) અને સલફ્યુરીક એસીડનું પાણી ભરવામાં આવે છે. એ વાસણ બીજા મોટાં કાચ કે કોઠીનાં વાસણમાં મૂકીને તેમાં કારબનની પ્લેટ કે બ્લૉક મથાળેનાં ઢાંકણ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને એ મોટાં વાસણમાં બાઇક્રોમેટ ઑફ પોતાશ (bichromate of potash) ૩ ભાગ, સલફ્યુરીક એસીડ ૧ ભાગ, અને પાણી ૯ ભાગનું મિશ્રણ નામવામાં આવે છે. જસતના પડા સાથે એક તાર જોડી મથાળે લાવવામાં



ચિત્ર નાં૦ ૫.

ફુલર સેલ.

આવે છે. બાઇક્રોમેટ પોતાશનું સોલ્યુશન પહેલ્લાં તો નારંગી રંગનું હોય છે, અને બેટરી બરાબર હાલતમાં હોય છે તો એ રંગ એવોજ દેખાય છે; પણ જો એ રંગ બ્લુ થઇ જાય તો બેટરી નબળી પડી ગયલી કેહવાય છે, જેથી તેમાં વધુ પોતાશ નાખવાની જરૂર પડે છે. જો એ રંગ નારંગીયો દેખાવા છતાં બેટરી નબલો કરન્ટ આપતી હોય તો વધુ સલફ્યુરીક એસીડ નાખવામાં આવે છે. એ બેટરી કલોઝડ સરકીટ જાતની હોય છે અને લગભગ ૨ વોલ્ટનો કરન્ટ આપે છે. એનો અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ આસરે અરધો ઓહમ હોય છે. આવી બેટરી સીરીઝમાં જોડવાથી સારૂં પરિણામ આપે છે. એમાં એકને બદલે બે અથવા વધુ કારબન પ્લેટો મૂકવામાં આવે તો બેટરીમાંથી વધુ લાંબો વખત કરન્ટ મલી શકે છે.

એડીસન-લાલૅાન્ડ સેલ (Edison-Lalande Cell)–આ ઝીન્ક–કૅાપરની બેટરી છે, જે કલોઝડ તથા ઓપન બન્ને જાતના સરકીટ ઉપર ચાલી શકે છે. એમાં કાચના એક વાસણને મથાળે સખ્ત કીધેલાં રબર અથવા વલકેનાઇટનું ઢાંકણું રાખી તે ઢાંકણાંમાંથી ઝીન્કની નેગેટીવ પ્લેટ ટાંગવામાં આવે છે. કૅાપરની પૉઝીટીવ પ્લેટ બનાવવા માટે એક જાળીદાર ચોકઠાંમાં જંગાલ અથવા કૅાપર ઑક્ષાઇડ (copper oxide) ભરવામાં આવે છે, જે ઉપર ત્રાંબાનું પાતળું પડ ચહડાવવામાં આવે છે. પેહલ્લાં પાણીમાં થોડોક કોસ્ટીક પોતાશ અથવા પોટાશ હાઇડ્રેટ (potash hydrate) પીગળાવીને તેમાં ઝીન્ક અને કૅાપરની પ્લેટો ડુબાડવામાં આવે છે, અને પછી બીજો થોડોક પોતાશ તેમાં ઉમેરવામાં આવે છે. આ સેલ ટેલીફોનનાં કામ માટે ઘણાં વપરાય છે. એનો વોલ્ટેજ માત્ર .૭૫ વોલ્ટ હોય છે અને રીઝીસ્ટન્સ ઘણોજ થોડો .૦૨૫ ઓહમ હોવાથી એ કરન્ટનો જથ્થો વધારે આપી શકે છે, જે ઘણા થોડા રીઝીસ્ટન્સવાળા સરકીટ ઉપર લગભગ ૩૦ એમ્પીઅર થવા જાય છે. આવા બે સેલની બનાવેલી બેટરી એક સાધારણ ટેલીફોનનાં કામ માટે પુરતી થઇ પડે છે.

બે અથવા વધુ સેલોની બેટેરી બનાવવા માટે એવાં સેલોને એવી રીતે જોડવામાં આવે છે કે એકનું જસત બીજાં સેલના ત્રાંબા સાથે ત્રાંબાના તાર અથવા પટીથી જોડાય, અને એક છેડેનાં સેલના ત્રાંબામાંથી પૅાઝીટીવ અને બાજે છેડેનાં સેલના જસતમાંથી

નેગેટીવ તાર કામમાં લેવામાં આવે છે. સેલનું કદ ગમે તેટલું મોટું કરવાથી તેના વોલ્ટેજમાં વધારો કરી શકાતો નથી–એટલે કે એક નાનાં સેલમાંથી જેટલા વોલ્ટેજ મળે તેટલાજ એક મોટાં કદના સેલમાંથી પણ મળે છે; પણ નાનાં કરતાં મોટાં સેલમાંથી વિજળીનો જથ્થો અથવા એમ્પીઅર (current) વધુ મળી શકે છે. વોલ્ટેજ વધારવા માટે કેટલાંક સેલોને **સીરીઝ** (series) માં સાથે જોડવામાં આવે છે. જેથી જોડાયલા સેલોની સંખ્યાના પ્રમાણમાં વોલ્ટેજ વધે છે. જેમકે એક સેલ જો ૧.૫ વોલ્ટ પ્રેસર આપતું હોય તો એવાં ૫૦ સેલ સીરીઝમાં સાથે જોડવાથી ૫૦×૧.૫=૭૫ વોલ્ટ પ્રેસર મળી શકે. જો બધાં સેલનાં ત્રાંબાં અથવા પૉઝીટીવને એક તાર સાથે અને બધાં સેલનાં જસત અથવા નેગેટીવને બીજો તાર જોડવામાં આવે તો તેને પેરેલલ (parallel) કનેકશન યાને જોડાણ કહે છે. એવી ગોઠવણમાં બેટરીના વોલ્ટેજ વધતા નથી, પણ તેમાંથી નિકળતી વિજળીનો જથ્થો (એમ્પીઅર) વધે છે. જેમકે જો દરેક ૧.૫ વોલ્ટ અને ૧૫ એમ્પીઅર આપે તેવાં ૧૦ સેલ પેરેલલ કનેકશનમાં જોડયાં હોય તો આખી બેટરીના વોલ્ટેજ ૧.૫ જ રહેશે, પણ ૧૫×૧૦=૧૫૦ એમ્પીઅર કરન્ટ તે બેટરીમાંથી મેળવી શકાશે.

પ્રકરણ—૪

વિજળીના તાર

CONDUCTORS

કન્ડકશન (Conduction)–રેલ્વેના પાટા ઉપર ગાડી દોડાવવાની મતલબ એ હોય છે કે જ્યાં પાટા નાખ્યા હોય ત્યાંજ ગાડી દોડે અને આડી ટીડી જાય નહિ; તેમજ પાઇપમાંથી પાણી વહેતું કરવાની પણ મતલબ એ હોય છે કે જ્યાં પાઇપ નાખી હોય ત્યાંજ પાણી વહે. એવી રીતે જ્યાં વિજળીના તાર નાખ્યા હોય ત્યાંજ માત્ર વિજળી વહી શકે છે, જે ક્રિયાને કન્ડકશન કહે છે.

કન્ડકટર—દુનિઆમાં એવી કોઇ ચીજ જણાયલી નથી કે જેમાંથી વિજળી બીલકુલ પસાર નહી થઇ શકે. દરેક ચીજમાંથી થોડી કે ઘણી વિજળીનો કરન્ટ પસાર થઇ શકે છે; પણ જે ચીજોમાંથી વિજળી ઘણા અટકાવ (resistance) વગર પસાર થઇ શકે

છે તે કન્ડકટર કહેવાય છે, અને જે ચિજમાંથી વિજળી પસાર થતા ઘણેાજ સખ્ત અટકાવ નડે છે તેને નૉન કન્ડકટર કહે છે. વિજળી પસાર કરવાનેા ગુણુ બે ચીજો ઉપર આધાર રાખે છે, એક તેા તાર અથવા કન્ડકટર જે ધાતુનેા બનેલેા હેાય તે ધાતુની જાત ઉપર, અને બીજી તે તારની જાડાઇ તથા લંબાઇ ઉપર. સ્વચ્છ ચાંદીની ધાતુમાંથી વિજળી ઘણીજ સેહલાઇથી પસાર થઇ શકે છે. બીજે નંબરે ત્રાંબુ આવે છે, જે આજકાલ એટલું બધું સ્વચ્છ બનાવી શકાય છે કે તેનેા તાર લગભગ ચાંદીના તાર જેટલેાજ વિજળી પસાર કરવાનેા ગુણુ અથવા કન્ડકટન્સ ધરાવે છે. માણુસ જાત જાનવરેા અને પૃથ્વી પણુ કન્ડકટરેા કહેવાય છે, કારણુ કે કેાઇ માણુસનેા હાથ વિજળીના ખુલ્લા તારને લાગતાંજ તેને સખ્ત ઝટકેા લાગે છે, અને જો વિજળીનેા પ્રેસર ૨૦૦ વેાલ્ટથી વધુ હેાય તેા એવેા અકસમાત પ્રાણુઘાતક પણુ નિવડે છે. વિજળીનેા તાર કેાઇ વિજળી પસાર કરનારી ચીજની મારફતે જમીનના સંબંધમાં આવતાંજ તાર માહેલી વિજળી જમીનમાં ચાલી જાય છે. ઘણે ઠેકાણે ખામી ભરેલાં જોડાણેાને લીધે જમીનમાં વિજળીની ગળતર થતી ચાલુ રહે છે, જે ગેલવેનેા મીટર (galvano meter) નામનાં યંત્ર વડે તપાસ કરી પકડી શકાય છે.

કન્ડકટિવીટી (Conductivity)—વિજળી પસાર કરવાના કન્ડકટરના ગૂણુને કન્ડકટિવીટિ કહે છે. કેાઠા નાં૦ ૧ જૂદી જૂદી ચીજોની કન્ડકટિવીટિનાં પ્રમાણુમાં અનુક્રમે ગેાઠવ્યેા છે. એટલે ઉપલા કન્ડકટરેા (સારા, સાધારણુ અને ખરાબ) તેઓની નીચે આપેલા કન્ડકટરેા કરતાં કન્ડકટિવીટિમાં ચઢિઆતા છે. તેમજ નેાન–કન્ડકટર અથવા ઇંસ્યુલેટરેાની કેાલમમાં પણુ જેમ જેમ લીસ્ટમાં નીચે ઉતરતા જઇએ તેમ તેમ તે ચીજોની કંડકટિવીટિ એાછી થતી જાય છે, માટે તેઓનેા ઇન્સ્યુલેટીંગ પાવર વધતેા જાય છે. અને લીસ્ટને છેડે આપેલા સર્વેથી સારા ઇન્સ્યુલેટરેા હેાય છે. સ્વચ્છ ચાંદીમાં કન્ડકટિવીટિનેા ગૂણુ ૧૦૦ ટકા ગણીએ તેા સ્વચ્છ ત્રાંબામાં તે લગભગ ૯૭ ટકા હેાય છે, પણુ નરમ લેાહડાંમાં માત્ર તે ૧૬ ટકા હેાય છે. ઘણી સારી રીતે સ્વચ્છ કરેલાં ત્રાંબાનેા તાર લગભગ ૧૦૦ ટકા કન્ડકટિવીટિવાળેા હમણા મલી શકે છે.

ઇન્સ્યુલેટર (Insulator)—જે ચિજમાંથી વિજળી નહી પસાર થઇ શકે અથવા ઘણીજ એાછી નહી જેવી પસાર થાય તે ચીજને નૈાનકન્ડકટર અથવા ઇન્સ્યુલેટર કહે છે. કન્ડકટર અને ઇન્સ્યુલેટરને લગતી ચીજોની વચ્ચે એવી કેટલીક ચીજો છે કે જે કન્ડકટર

તેમજ ઇન્સ્યુલેટર એ બન્ને વર્ગમાં આવી શકે, જે કોઠા નાં૦ ૧ માં જોવાથી માલમ પડશે. નૉન કન્ડકટરો અથવા ઇન્સ્યુલેટરો પોતામાંથી વિજળી પસાર કરતી વખતે ઘણો મોટો અટકાવ અથવા રીઝીસ્ટન્સ આપે છે. એવી ચીજોની ટીપ કોઠા ના૦ ૧ માં આપી છે. એ માંહેલી કેટલીક ચીજોને રસાયની ક્રિયાથી સુધારીને પણ વાપરવામાં આવે છે. જેમકે અબરખ (mica) ને તેનાં જૂદાં જૂદાં પડોમાં છૂટાં પાડી વચ્ચે કોઇ જાતનાં વારનીશ અથવા સીમેન્ટથી ચોંટાડી મોટા પ્રેસરે પાછાં દાબીને માઇકેનાઇટ (micanite) નામે ઇન્સ્યુલેશન બનાવવામાં આવે છે, જે ગમે તેવી રીતે વાળીને વાપરી શકાય છે. એવી રીતે એબોનેસતોસ (abonestos), એમ્બ્રોઇન (ambroin), આઇસો-લાઇટ (isolite), ઍડીટ (adit), વલ્કેનાઇઝ્દ ફાઇબર (vulcanised fibre), વગેરે વસ્તુઓ જૂદી જૂદી ઇન્સ્યુલેટીંગ ચીજોને રસાયની તથા યાંત્રીક ક્રિયાથી જોડીને બનાવવામાં આવે છે, જે સખત વોલ્ટેજ સામે તેમજ ગરમી સામે પણ સારી રીતે ટકી શકે છે.

કોઠો—૧. વિજળીના કન્ડકટરો અને ઇન્સ્યુલેટરો.

સારા કન્ડકટરો.	કન્ડકટીવીટી સેંકડે ટકા.	સાધારણ કન્ડકટરો.	ખરાબ કન્ડકટરો.	નૉન કન્ડકટરો અથવા ઇન્સ્યુલેટરો.
ચાંદી નરમ	૧૦૦	ચારકોલ, કોક	પાણી	સ્લેટ
ત્રાંબુ નરમ	૯૭	કારબન	શરીર	તેલ
ત્રાંબુ સખ્ત	૯૦	પ્લમબેગો	બળતું	કોડીકામ
સોનુ નરમ	૭૨	એસીડનું પાણી	કાપડ	સુકકું ચામડું
એલ્યુમીનીઅમ	૫૫	દરિઆનું પાણી	લાકડું	રબર
મેગ્નેસીઅમ	૩૩	ખારવાળું પાણી	પથ્થર	કાગળ
જસત	૨૫	કાચી ધાતુ	મારબલ	ઉન
લોહડું	૧૬	વનસ્પતી		રેશમ
પ્લેટીનમ	૧૩	ભીણી જમીન		લાખ
નીકલ	૧૨			ગંધક
કલ્લઇ	૧૧			રાજન
સીસું	૭			એબોનાઇટ
જરમન સીલવર	૫			અબરખ
એન્ટીમની	૪			કાચ
બીસ્મથ	૧			પેરેફીન
				શીલાજીત

બૅર વાયર (Bare Wire) સાદા ઇન્સ્યુલેશન વગરના તારને કહે છે, એવા તાર મકાનની બાહેર યા રસ્તાઓ ઉપર થાંભલાઓ ઉપર કોડીનાં ઇન્સ્યુલેટરો ગોઠવી તેઓ ઉપર ઉંચે (overhead) બાંધવામાં આવે છે. એ તાર સખ્ત કરેલાં (hard drawn) ત્રાંબાના બનાવવામાં આવે છે. એની ટેસ્ટ એ છે કે એવા તારનો ૧૦ ઇંચ લાંબો ટુકડો જો ખેંચીને તોડવામાં આવે તો તેની લંબાઇમાં સેંકડે ૪ ટકાથી વધુ ખેંચાઇને વધે નહી, એટલે ૧૦ ઇંચ લાંબો તાર ખેંચવાથી ૧૪ ઇંચ સુધી વધ્યા પછી તૂટી જાય.

ઇનસ્યુલેશન (Insulation)—વિજળીના એક તાર યાને કનડકટરમાંથી વિજળી બાહેર નિકળી નહી જાય તે માટે તે ઉપર રબર, ગતાપરચા, દામર, સણ વગેરેનું પડ ચહડાવવામાં આવે છે, જેને ઇનસ્યુલેશન કહે છે, અને એવા તારને ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર કહે છે. જયારે વિજળીનો કરન્ટ પસાર કરનારો એવો કોઇ તાર દિવાલ, થાંભલા કે બીજી કોઇ ચીજના સમાગમમાં આવવાનો હોય, યાતો જ્યાં આદમીઓનો હાથ એવા તારને લાગવાનો સંભવ હોય ત્યાં એવા ઇનસ્યુલેટેડ વાયર વાપરવામાં આવે છે; મકાનની બાહેર જયાં એવી કોઇ અડચણ નહિ હોય ત્યાં ખુલ્લા (bare) ત્રાંબાના તાર વાપરવામાં આવે છે, જેઓને થાંભલા અથવા દિવાલ સાથે બાંધતી વખતે તાર અને તેની વચ્ચે કાચ અથવા કોડીના પ્યાલા જેવા ઇનસ્યુલેટરોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કારણ કે કાચ અને કોડીમાંથી વિજળી પસાર થઇ શકતી નથી. હાલમાં કાગળ તથા કોઇ જાતના વનસ્પતીના રેસા (fibre) નું પડ ચહડાવેલા ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ પણ બનાવવામાં આવે છે, જેઓ રબરના પડવાળા તાર કરતાં વધારે ઇલેકટ્રીક કરન્ટ પોતામાંથી પસાર કરી શકે છે, કારણ કે વારનીશવાળાં કાગળનું ઇન્સ્યુલેશન રબર કરતાં વધારે અસરકારક હોય છે. (જુવો કોઠો-૨); પણ તેઓને ભિનાશવાળી જગાથી દુર રાખવા જોઇએ. ભિનાશવાળી જગા માટે હમેશાં રબરનાં ઇન્સ્યુલેશનવાળા તાર પસંદ કરવામાં આવે છે. ત્રાંબાના તારને પહેલાં કલ્લાઇ કરી તે ઉપર ઇન્સ્યુલેશન ચહડાવવામાં આવે છે. કલ્લાઇ ચહડાવવાની મતલબ તારને કિટાઇ જતો અને જંગાલ લાગતો અટકાવવાની છે. કેટલાક ઇન્સ્યુલેશનવાળા તારની બાહેર સીસાંનું પડ ચહડાવેલું હોય છે, જેથી ભિનાશની અસર

તે ઉપર થાય નહિ, અને એવી જાતના તારના ઉઘાડા રહેતા છેડાને પણ બરાબર બંધિઆર કરવા જોઇએ, કે જેથી તે રસ્તે ભિનાશ તારના ઇન્સ્યુલેશનમાં દાખલ થાય નહી. એવા તારના છેડા બંધ કરવા માટે ખાસ ફીટીંગ આવે છે. રબરનાં પડવાળા તારને ૧૩૦ ડીગ્રી અને કાગળના પડવાળા તારને ૧૭૬ ડીગ્રીથી વધારે ગરમ થવા દેવા જોઇએ નહીં.

ઇન્સ્યુલેશન મુખ્ય બે જાતનાં આવે છે. વલકનાઇઝડ રબરનું ઇન્સ્યુલેશન વૉટરપ્રુફ અથવા ભિનાશ નહી ચૂસે તેવું કહેવાય છે; અને કાગળ કે ફાઇબરનું ઇન્સ્યુલેશન ભિનાશ ચૂસે તેવું હોય છે, જે થકી તેની ઉપર સીસાં જેવી કોઇ નરમ ધાતુનું કેસીંગ કે કવરીંગ ચહડાવવું પડે છે. કાગળનાં ઇન્સ્યુલેશનવાળા એવા લેડ કવર્ડ (lead covered) તારો સાધારણ કામ માટે વીમા કંપનીઓની પરવાનગી વગર વાપરી શકાતા નથી. ઇનેમલથી ઇન્સ્યુલેટ કીધેલા તારો માત્ર ૨૫ વોલ્ટ સુધીના પ્રેસર માટેજ વાપરવા દેવામાં આવે છે.

ઇન્સ્યુલેશનના રીઝીસ્ટન્સ (Insulation Resistance) હમેશાં દશ લાખ ઓહમ અથવા મેગઓહમ (megohm) માં કહેવામાં આવે છે, અને ત્રણ પ્રકાર (grade) નાં રીઝીસ્ટન્સના કેબલો બનાવવામાં આવે છેઃ–૩૦૦, ૬૦૦, અને ૨૫૦૦ મેગઓહમના. એ આંકડાનો અર્થ એ છે કે કોઇબી એવા પ્રકારના મોટામાં મોટા કેબલના ઇન્સ્યુલેશનનો રીઝીસ્ટન્સ દર એક માઇલ લાંબા તાર દીઠ આટલા મેગઓહમથી ઓછો હોય નહી. ૬૦૦ મેગઓહમવાળો કેબલ એટલે તેનું ઇન્સ્યુલેશન એવું બનાવેલું હોય છે કે તેવી જાતનો મોટામાં મોટો કેબલ એક માઇલ લાંબો લઇ તેની તપાસ કરીએ તો તેના ત્રાંબાના તારમાંથી પસાર થતી વિજળી તેનાં ઇન્સ્યુલેશનમાંથી ગળીને બાહેર આવતાં ૬૦૦ મેગઓહમ જેટલો રીઝીસ્ટન્સ બતાવે. આ રીઝીસ્ટન્સ મોટામાં મોટા (જાડામાં જાડા) એટલે લગભગ ૧૯/૧૫ નંબરના અથવા તેથીબી વધારે મોટા કેબલ માટેનો હોય છે, માટે તેવાજ પ્રકારનાં ઇન્સ્યુલેશનના નાના કેબલોના રીઝીસ્ટન્સ તો એથી પણ વધુ હોય છે, કારણ કે જેમ તાર નાનો તેમ તેની ઉપર ચહડાવેલું ઇન્સ્યુલેશનનું પડ મોટા તાર સાથ સરખાવતાં તેની સાઇઝનાં પ્રમાણમાં કાંઇક વધુ જાડું હોય છે. ૩૦૦ તથા ૨૫૦૦ મેગઓહમના તાર હિન્દુસ્તાનમાં વાપરવા અનુકુળ હોતા નથી,

અને મોટા ભાગે ૬૦૦ મેગઓહમના તાર પસંદ કરવામાં આવે છે. તારનાં બંડલો ૧૧૦ વાર લાંબાં બનાવવામાં આવે છે, જે લંબાઇ એક માઇલના બરાબર ૧૬ મા ભાગ જેટલી છે. માટે બંડલ ઉખેડ્યા વગર તેના બે છેડા લઇને તેની તપાસ કરવી હોય તો તે બંડલ ઉપર મારેલી ટીકેટ ઉપર લખેલા રીઝીસ્ટન્સ કરતાં ૧૬ ગણો વધુ રીઝીસ્ટન્સ મળવો જોઇએ. એ તપાસ મેગર (megger) નામનાં હાથ વડે ચાલતાં યંત્રથી કરી શકાય છે.

વાયર અને કેબલ (Wire and Cable)—એક તાર ઉપર જ્યારે રબર, ગતાપરચા, કાગળ વગેરેનું પડ કીધેલું હોય છે ત્યારે તેને ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર કહે છે. જ્યારે કેટલાક તાર સામટા વળ દઇ તેઓ ઉપર એવું રબર વગેરેનું પડ ચહડાવેલું હોય ત્યારે તેને કેબલ કહે છે. એવા એક ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલનું ઇન્સ્યુલેશન પડ એવી રીતે કીધેલું હોય છે કે પહેલાં કલ્લઇ કીધેલા ત્રાંબાના જોઇતા નંબરના તારો જોઇતી સંખ્યામાં લઇને તેઓને અમળાવીને તેનું દોરડું બનાવવામાં આવે છે, જેથી બધા તાર એક બીજાને બરાબર લાગુ રહે. પછી તે ઉપર રૂનું પડ વીંટાળી તે ઉપર સ્વચ્છ (ગંધક વગરનાં) રબરનું જાડું પડ ચહડાવવામાં આવે છે. તે ઉપર પછી સણની ટેપ અથવા પટી વિંટાળીને તે ઉપર મજબુત નાડું અથવા બ્રેડ (braid) ગુંથી લેવામાં આવે છે, અને પછી તે કેબલ ગરમ પેરેફીન વેક્ષ (paraffin wax) અને બીજી ચીજોનાં મીશ્રણમાંથી પસાર કરીને તેમાં પાણી ન સમાય તેવું વોટરપ્રુફ પડ તે ઉપર ચહડાવવામાં આવે છે. એને સ્વચ્છ (pure) રબરનું ઇન્સ્યુલેશન કહે છે. વલ્કનાઇઝડ (vulcanized) રબરનાં ઇન્સ્યુલેશનવાળા કેબલમાં કલ્લઇ કરેલા ત્રાંબાના તારના દોરડાં ઉપર સ્વચ્છ રબરની પટી (tape) વિંટાળીને તે ઉપર સેપરેટર (separator) રબરનું પાતળું પડ કરવામાં આવે છે, અને પછી તે ઉપર કાળું વલ્કનાઇઝડ કરેલું રબર ચહડાવી, તે ઉપર સણની ટેપ વિંટાળીને તેની બાહેર વોટરપ્રુફ નાડું અથવા બ્રેડ ગુંથી લેવામાં આવે છે. વલ્કનાઇઝડ કરેલાં રબરમાં ગંધક મેળવેલી હોય છે, જે ગંધકને નીચે ઉતરી ત્રાંબા સાથે લાગતી અટકાવવા માટે સ્વચ્છ સેપરેટર રબરનું પડ એમાં ખાસ કરવામાં આવે છે.

ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર અને કેબલની ખાસ ખુબીઓ એ હોય છે કે તેમાં વપરાતા ત્રાંબાના તારમાં કન્ડકટિવીટિનો ગુણ

ઘણો ઉંચો હોવો જોઇએ. એટલે કે ત્રાંબુ ખાસ સ્વચ્છ કરેલું હોવું જોઇએ. પછી તેનાં ઇન્સ્યુલેશનમાં વિજળીને બાહેર ગળી જતી અટકાવવાનો ગુણ ઘણો વધારે હોવો જોઇએ, એટલે કે ઇન્સ્યુલેશનનો રીઝીસ્ટન્સ ઘણો મોટો હોવો જોઇએ, કે જે દરેક તારનાં બંડલ ઉપર મારવામાં આવતી ટીકીટો ઉપર તેના બનાવનારાઓ એક માઇલ લાંબા તાર દીઠ કેટલો હોય છે તે છાપે છે. વળી એ ઇન્સ્યુલેશનનું પડ મજબુત અને ટકાઉ હોવું જોઇએ, કે જેથી લાંબા વપરાસ પછી તે કોહી કે ઉખડી જાય નહી. તેમજ એ ઇન્સ્યુલેશનનાં પડ સાથે તે તાર અથવા કેબલ એટલો સ્થિતિસ્થાપક અને લવચીક હોવો જોઇએ કે તેને તેની ડાયામેટર જેટલાં નાનાં ખુણામાં પણ ભાંગ્યા વગર વાળી શકાય. લાંબા વપરાસ પછી ઇન્સ્યુલેશનનું પડ તારથી ઢીલું પડી જવું નહી જોઇએ, તેમજ તેની બાહેરની સપાટી સુંવાળી, સીધી અને સખ્ત હોવી જોઇએ કે જેથી કોઇ છિદ્ર વાટે તેને ખેંચતી વખતે તે બરાબર ખેંચાય અને બાહેરનું પડ ઉખડી જાય નહી. એવા વાયર તથા કેબલમાં વપરાતા તાર નરમ કરેલા (annealed) ત્રાંબાના હોય છે.

ફ્લેક્ષીબલ વાયર (Flexible Wire) માં ઘણાજ ઝીણા ત્રાંબાના તારો સંખ્યાબંધ હોય છે, જેઓ ઉપર રબર, સણ અને રેશમ કે સુતરનું પડ ચહડાવેલું હોય છે, જેથી એ તાર સાધારણ દોરી જેવા નરમ અને જેમ વાળીએ તેમ વળે તેવા હોય છે. એવા બે ફ્લેક્ષીબલ ને સાથે વણીને એક દોરડું બનાવવામાં આવે છે તેને ત્વીન (twin) વાયર કહે છે. એવા તાર બત્તીઓને ઝુલતી ટાંગવા અથવા બ્રેકેટો ઝુમરો વગેરેમાંથી બત્તી સાથે જોડાણ કરવા વપરાય છે. કેટલીક વાર બે તારોને જૂદા જૂદા ઇન્સ્યુલેટ કરી તેઓને ભેગા કરી બાહેરથી બીજું ઇન્સ્યુલેશન ચહડાવી એક કરી નાખવામાં આવે છે. અંદરના તારોનાં ઇન્સ્યુલેશનને જૂદા જૂદા રંગ આપેલા હોય છે, જેથી પૉઝીટીવ સાથે કયો અને નેગેટીવ સાથે કયો જોડાયો છે તે ઝટ સમજ પડે. એવા ત્વીન–વાયર ફ્લેક્ષીબલ જેવા ઘણા નરમ હોતા નથી. ફ્લેક્ષીબલ વાયર ૩૬ નંબર કરતાં વધારે બારીક તારના બનાવેલા વાપરવાની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી, અને બધા તારનો સામટો સેકશનલ એરીઆ ૨૨ નંબરના તારના એરીઆથી ઓછો નહી હોવો જોઇએ. સીસાંનાં પડવાળા (lead covered) ફ્લેક્ષીબલ કોઇબી મીલ કે ફેકટરીમાં વાપરવા દેવામાં આવતા નથી.

વાયર અને કેબલનાં કદ (Size of Wires and Cables):–વિજળીના કામ માટે વપરાતા તારો હમેશાં સ્તેનડર્ડ વાયરગેજ (standard wire gauge) થી માપી તેઓનાં નંબર શોધી કાહડવામાં આવે છે. એ ગેજનાં નંબરને ટુંકમાં S. W. G. નંબર લખવામાં આવે છે. કેબલના નંબરો આ પ્રમાણે લખવામાં આવે છે:–૩/૨૨, ૭/૧૮, ૧૯/૧૬ વગેરે. એમાંના પેહલા આંકડા તારની સંખ્યા બતાવે છે, અને બીજા તારનાં નંબર બતાવે છે. જેમકે ૧૯/૧૬ નો કેબલ એટલે ૧૬ નંબર S. W. G. ના ૧૯ તારનું બનાવેલું દોરડું. જે તારના સેકશનનો એરીઆ ૧૪ નંબરના તારના સેકશનના એરીઆ કરતાં વધારે હોય તે તાર સીંગલ નહી વાપરવો, પણ તેટલા સેકશનલ એરીઆવાળું કોઇ વધારે પાતળા તારોનું બનાવેલું દોરડું વાપરવું.

આગના વીમા કંપનીઓની એસોસીએશને ઘડેલા કાયદાઓ મુજબ જો તારોનાં નંબરો શોધી કાહડી કોઇ મકાન કે કારખાનામાં નાખ્યા હોય તોજ તે મકાન કે કારખાનાનો આગનો વીમો સ્વિકારવામાં આવે છે. એ કાયદાઓ મુજબ ના૦ ૧૮ S. W. G. થી વધારે પાતળો તાર કોઇબી કામ માટે કન્ડકટર તરીકે વાપરવા દેવામાં આવતો નથી, જોકે કન્ડકટરની લાઇનમાંથી કોઇ બ્રેકેટ, લૅમ્પ વગેરે ફીટીંગ જોડવા માટે પાતળામાં પાતળો ના૦ ૨૦ નો તાર લેવા દેવામાં આવે છે. હવે તારની જાડાઇ તેમાંથી પસાર થતા વિજળીના કરન્ટના એમ્પીઅર ઉપર આધાર રાખતી હોવાથી અને જૂદા જૂદા મેકરના જૂદી જૂદી કીસમના લૅમ્પો દરેક કેન્ડલ પાવર દીઠ ઓછો વધતો કરન્ટ ખાતા હોવાથી, તેમજ જૂદે જૂદે ઠેકાણે વિજળીના પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજમાં પણ ફરક રેહવાથી વીમા કંપનીઓની એસોસીએશને તારનાં નંબર પસંદ કરતી વખતે નિચલા નિયમો ગણતરીમાં લેવા મુકરર કર્યા છે:—

મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પ માટે દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ઓછામાં ઓછો ૧.૫ વૉટ જેટલો પાવર ખપતો ગણવો, અને એવા કોઇબી નાનામાં નાના લૅમ્પ માટે ઓછામાં ઓછા ૨૪ વૉટથી ઓછો પાવર ગણવો નહી.

કારબન ફીલામેન્ટ લૅમ્પ માટે દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ૪ વૉટ, અને એવા નાનામાં નાના લૅમ્પ માટે ૬૦ વૉટથી ઓછો પાવર ખપતો ગણવો નહી.

સીલીંગ ફૅન (પંખા) માટે ઓછામાં ઓછો ૧૨૦ વૉટ પાવર, અને પોરટેબલ ફૅન માટે ૮૦ વૉટથી ઓછો પાવર ગણવો નહી.

કોઠો—૨. ઇલેકટ્રીક લાઇટ અને પાવર માટેના તારમાંથી પસાર કરી શકાતો કરન્ટ.

તારની સંખ્યા અને નંબર સ્તાનડર્ડ વાયર ગેજ. નહી તો ઇંચ.	રબર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ.		પેપર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ.		રીઝીસ્ટન્સ
	વધુમાં વધુ કરન્ટ એમ્પીઅર	વોલ્ટેજમાં ૧ વોલ્ટ ઘટ માટે લંબાઇ, યાર્ડ	વધુમાં વધુ કરન્ટ એમ્પીઅર.	વોલ્ટેજમાં ૧ વોલ્ટ ઘટ માટે લંબાઇ, યાર્ડ.	દર ૧૦૦૦ વાર લંબાઇ દીઠ, ઓહ્મ.
૩/૨૫	૩.૭	૧૦	૩.૭	૧૦	૨૬.૦૧
૩/૨૪	૪.૫	૧૦	૪.૫	૧૦	૨૧.૫૦
૩/૨૩	૫.૩	૧૦	૫.૩	૧૦	૧૮.૦૭
૧/૧૮	૭.૨	૧૦	૭.૨	૧૦	૧૩.૨૯
૩/૨૨	૭.૨	૧૦	૭.૨	૧૦	૧૩.૨૭
૭/૨૫	૮.૬	૧૦	૮.૬	૧૦	૧૧.૧૨
૩/૨૧	૯.૫	૧૦	૯.૫	૧૦	૧૦.૧૬
૧/૧૭	૯.૮	૧૦	૯.૮	૧૦	૯.૭૬
૭/૨૪	૧૦.૪	૧૦	૧૦.૪	૧૦	૯.૧૯
૩/૨૦	૧૨.૦	૧૦	૧૨.૦	૧૦	૮. ૦
૭/૨૩	૧૨.૪	૧૦	૧૨.૪	૧૦	૭.૭૨
૧/૧૬	૧૨.૯	૧૦	૧૨.૯	૧૦	૭.૪૭
૩/૧૯	૧૪.૮	૧૦	૧૪.૮	૧૦	૬.૫૦
૧/૧૫	૧૬.૩	૧૦	૧૬.૩	૧૦	૫.૯૦
૭/૨૨	૧૭.૦	૧૦	૧૭.૦	૧૦	૫.૬૭
૧/૧૪	૧૯.૦	૧૦	૨૦.૧	૧૦	૪.૭૮
૩/૧૮	૨૦	૧૧	૨૧.૨	૧૦	૪.૫૧
૭/૨૧	૨૧	૧૧	૨૨.૧	૧૦	૪.૩૪
૭/૨૦	૨૪	૧૨	૨૮	૧૦	૩.૪૩
૭/૧૯	૨૮	૧૨	૩૪.૬	૧૦	૨.૭૭
૭/૧૮	૩૪	૧૪	૫૦	૧૦	૧.૯૩
૭/૧૭	૪૦	૧૭	૬૫	૧૦	૧.૪૧
૧૯/૨૦	૪૩	૧૮	૬૯	૧૧	૧.૨૬
૭/૧૬	૪૬	૧૯	૭૫	૧૧	૧.૦૮
૧૯/૧૯	૪૭	૧૯	૭૬	૧૨	૧.૦૨
૭/.૦૬૮"	૫૦	૨૦	૮૧	૧૨	.૯૬
૭/૧૫	૫૩	૨૧	૮૬	૧૨	.૮૫
૧૯/૧૮	૫૯	૨૩	૯૬	૧૩	.૭૧
૭/૧૪	૬૦	૨૩	૯૭	૧૩	.૬૯

કોઠો—૨. (ચાલુ). ઇલેકટ્રીક લાઇટ અને પાવર માટેના તારમાંથી પસાર કરી શકાતો કરન્ટ.

તારની સંખ્યા અને નંબર સ્તાન્ડર્ડ વાયર ગેજ. નહી તો ઇંચ.	રબર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ.		પેપર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ.		રીઝીસ્ટન્સ
	વધુમાં વધુ કરન્ટ એમ્પીઅર.	વોલટેજમાં ૧ વોલ્ટ ઘટ માટેલંબાઇ, યાર્ડ.	વધુમાં વધુ કરન્ટ એમ્પીઅર.	વોલટેજમાં ૧ વોલ્ટ ઘટ માટે લંબાઇ યાર્ડ.	દર ૧૦૦૦ વાર લંબાઇ દીઠ, ઓહ્મ.
૧૯/૧૭	૭૦	૨૬	૧૧૪	૧૫	.૫૨
૭/.૦૯૭"	૭૪	૨૭	૧૨૦	૧૬	.૪૭
૧૯/.૦૫૮"	૭૪	૨૭	૧૨૦	૧૬	.૪૮
૧૯/૧૬	૮૩	૨૯	૧૩૫	૧૭	.૪૦
૧૯/.૦૭૨"	૯૭	૩૧	૧૫૭	૧૮	.૩૧
૧૯/૧૪	૧૧૩	૩૩	૧૮૩	૧૯	.૨૫
૧૯/.૦૮૩"	૧૧૮	૩૪	૧૯૧	૨૦	.૨૩
૩૭/૧૬	૧૩૦	૩૬	૨૧૦	૨૧	.૨૦
૧૯/.૦૯૨"	૧૩૪	૩૭	૨૧૯	૨૧	.૧૯
૩૭/.૦૭૨"	૧૫૨	૩૯	૨૪૬	૨૩	.૧૬
૧૯/.૧૦૧"	૧૫૨	૩૯	૨૪૬	૨૩	.૧૬
૩૭/૧૪	૧૭૨	૪૨	૨૭૫	૨૪	.૧૩
૩૭/.૦૮૩"	૧૮૪	૪૩	૨૯૬	૨૫	.૧૨
૩૭/.૦૯૨"	૨૧૪	૪૭	૩૪૩	૨૭	.૦૯૯
૩૭/.૧૦૪"	૨૪૦	૫૦	૩૮૫	૨૯	.૭૮
૩૭/.૧૧૨"	૨૬૪	૫૩	૪૨૫	૩૧	.૦૬૭
૬૧/.૦૯૨"	૨૮૮	૫૫	૪૬૪	૩૨	.૦૬૦
૬૧/.૦૯૭"	૩૧૦	૫૮	૫૦૨	૩૪	.૦૫૪
૬૧/.૦૧૦૪"	૩૩૨	૬૦	૫૪૦	૩૫	.૦૪૭
૬૧/.૦૧૦૮"	૩૫૭	૬૧	૫૮૩	૩૬	.૦૪૩
૬૧/.૧૧૨"	૩૮૪	૬૨	૬૨૪	૩૬	.૦૪૦
૬૧/.૧૧૮"	૪૧૦	૬૩	૬૬૨	૩૭	.૦૩૬
૯૧/.૦૯૮"	૪૩૪	૬૪	૭૦૦	૩૮	.૦૩૫
૯૧/.૧૦૧"	૪૬૧	૬૫	૭૩૮	૩૮	.૦૩૩
૯૧/.૧૦૮"	૪૮૮	૬૫	૭૭૬	૩૯	.૦૨૯
૮૧/.૧૧૨"	૫૪૦	૬૬	૮૫૫	૩૯	.૦૨૭
૯૧/.૧૧૮"	૫૯૫	૬૭	૯૩૨	૪૦	.૦૨૪
૧૨૭/.૧૦૧"	૫૯૫	૬૭	૯૩૨	૪૦	.૦૨૪

તારની ટેમ્પરેચરમાં વધારો (Permissible Rise in Temperature of Cables)–કોઠા ૨ માં જૂદા જૂદા નંબરના તારમાં વધારેમાં વધારે કેટલો કરન્ટ (એમ્પીઅર) આપી શકાય તે આપ્યું છે, પણ એ કરન્ટ જે ઠેકાણે હવાની ટેમ્પરેચર ૧૦૦ ડીગ્રીથી વધુ નહી હોય તે ઠેકાણે આપવામાં આવે છે. ઉત્તર હીંદુસ્તાનમાં ગરમીના દિવસોમાં હવાની ટેમ્પરેચર ૧૧૦ થી ૧૨૦ ડીગ્રી થઇ જાય છે, તેમજ બોઇલર હાઉસ વગેરે જગાઓમાં પણ ટેમ્પરેચર ઘણી વધારે રહે છે, માટે તેવે ઠેકાણે એ કોઠામાં રબર ઇન્સ્યુલેટેડ તાર માટે આપેલા કરન્ટમાં ઘટતી છુટ નીચે પ્રમાણે રાખવી જોઇએ:—

૧૦૫	ડીગ્રી	ટેમ્પરેચર	માટે	કોઠામાં	આપેલા	કરન્ટનો ૯૦	ટકા	કરન્ટ.
૧૧૦	”	”	”	”	”	૭૯	”	”
૧૧૫	”	”	”	”	”	૬૮	”	”
૧૨૦	”	”	”	”	”	૫૫	”	”
૧૨૫	”	”	”	”	”	૪૦	”	”

રબર ઇન્સ્યુલેટેડ તારની વધારેમાં વધારે ટેમ્પરેચર ૧૩૦ ડીગ્રી અને પેપર અથવા ફાઇબર ઇન્સ્યુલેટેડની ૧૭૬ ડીગ્રીથી વધારે થવા દેવામાં આવતી નથી. પાવર અને હીટીંગ અથવા ગરમી આપનારા તારોમાં જ્યારે વિજળી નહી હોય ત્યારે જે ટેમ્પરેચર હોય તે ટેમ્પરેચરથી ૨૦ ડીગ્રી કરતાં વધારે ટેમ્પરેચર, જ્યારે તે તારમાં વિજળી ચાલુ હોય ત્યારે, થવી નહી જોઇએ.

કોઠો—૩. ફ્લેક્ષીબલ તારમાંથી પસાર કરી શકાતો કરન્ટ.

તારની સંખ્યા અને નંબર સ્તાન્ડર્ડ વાયર ગેજ.	બરોબર્યો એકવડો તાર સ્તાન્ડર્ડ વાયર ગેજ.	વોલ્ટેજમાં ૧ વોલ્ટ ઘટ માટે લંબાઇ યાર્ડ.	વધુમાં વધુ કરન્ટ એમ્પીઅર.
૧૪/૩૬	૧/૨૨	૧૫	૧.૭
૨૩/૩૬	૧/૨૦	૧૬	૨.૬
૪૦/૩૬	૧/૧૮	૧૮	૪.૨
૭૦/૩૬	૧/૧૬	૨૦	૬.૮
૯૦/૩૬	૧/૧૫	૨૧	૮.૨
૧૧૦/૩૬	૧/૧૪	૨૧	૯.૮

ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ માટે જોઇતા કરન્ટ માટે કોઠા નાં૦ ૨ માંથી કોઇ કનડકટરની સાઇઝ મુકરર કરતી વખતે તેની લંબાઇનાં પ્રમાણમાં એવી સાઇઝ પસંદ કરવી કે જેમાંથી વિજળીનો કરન્ટ પસાર થતી વખતે તેમાં બીજે છેડે કરન્ટના વોલટેજમાં સેંકડે ૨ ટકા + ૧ થી વધુ ઘટ પડે નહી. કરન્ટના પ્રમાણમાં જો તાર પાતળો હોય તો તેમાં વોલટેજનો ડ્રૉપ ઘણો પડે છે, અને તેથી તાર ગરમ થાય છે, જે ઘણું વાંધાભરેલું છે, (જુવો પાનું—૧૨). કોઠા—૨ માં જુદા જુદા નંબરના તારમાંથી ચોક્કસ એમ્પીયરનો કરન્ટ પસાર કરતાં એક વોલ્ટના ડ્રૉપ અથવા ઘટ માટે પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ બન્ને તારની સામટી કેટલી લંબાઇ ચાલી શકે છે તે આપ્યું છે. ધારો કે ૬૦ એમ્પીઅરનો અને ૨૨૦ વોલ્ટનો કરન્ટ ૭૫ વાર દુર લઇ જવાનો છે. વોલ્ટેજમાં ડ્રૉપ સેંકડે ૨ ટકા પ્રમાણે ૨૨૦ વોલ્ટ ઉપર ૪.૪ વોલ્ટ + ૧=૫.૪ વોલ્ટ ડ્રૉપથી વધુ ડ્રૉપ પડવો નહી જોઇએ. હવે કોઠા–૨ પ્રમાણે ૬૦ એમ્પીઅર કરન્ટ માટે ૭/૧૪ નંબરનો રબર ઇન્સ્યુલેટેડ તાર મળે છે, જે વાપરવાથી દર ૨૩ વાર લંબાઇ દીઠ ૧ વોલ્ટની ઘટ પડશે. માટે એ તારની ૭૫+૭૫=૧૫૦ વાર લંબાઇમાં ૬.૫ વોલ્ટ ઘટ પડશે, માટે બીજા કોઇ નંબરનો એવો તાર પસંદ કરવો કે જે વાપરવાથી ૫.૪ વોલ્ટથી વધુ ઘટ પડે નહિ. માટે જો ૧૯/૧૬ નંબરનો તાર પસંદ કરીએ તો દર ૨૯ વાર લંબાઇ દીઠ ૧ વોલ્ટ ઘટ પ્રમાણે ૧૫૦ વાર લંબાઇમાં આસરે ૫.૧ વોલ્ટ ઘટ પડશે. ઇલેકટ્રીક લાઇટના કેબલ પસંદ કરતી વખતે તેમાં પડતી વોલ્ટેજની ઘટ એ પ્રમાણે ગણતરીમાં લેવાની અગત્ય છે, નહિ તો લૅમ્પ ઘણા ઝાંખા બળે.

ઇલેકટ્રીક પાવર માટે જોઇતા કરન્ટ માટે કોઠા નાં૦ ૨ માંથી કોઇ તાર કે કેબલની સાઇઝ મુકરર કરતી વખતે તેની લંબાઇને લીધે વોલ્ટેજમાં પડતી ઘટ ધ્યાનમાં લેવામાં આવતી નથી, પણ વિજળી તાર કે કેબલમાંથી પસાર થતી વખતે તેની ટેમ્પરેચર કેટલી વધે તે ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે, કારણ કે જો તારને જોઇએ તે કરતાં વધુ ગરમ થવા દેવામાં આવે તો તેનું ઇન્સ્યુલેશન પિગળી જઇ તાર શૉર્ટ સરકીટેડ (**short circuited**) થઇ જઇ ઘણું નુકશાન કરે. એ માટે ચાલુમાં રબર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલની ટેમ્પરેચર,

મોટર જે ઓરડામાં મેલ્યો હોય તે ઓરડાની ટેમ્પરેચરથી ૨૦ ડીગ્રી કરતાં વધારે, થવી નહી જોઇએ; અને પેપર અને ફાઇબર ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ માટે ૫૦ ડીગ્રીથી વધારે થવી નહી જોઇએ, એવી રીતે તારનું નંબર પસંદ કરવામાં આવે છે.

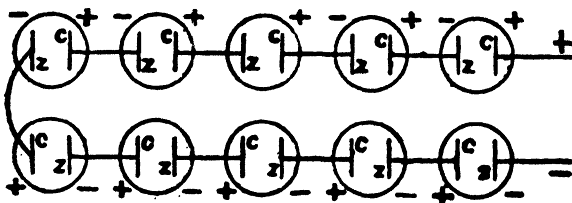
પ્રકરણ—૫.

ઇલેકટ્રીકલ સરકીટ

ELECTRICAL CIRCUIT

સરકીટ (Circuit)—વિજળીની કોઇ બેટરી અથવા ડાઇનેમો મશીનના પોઝીટીવ છેડામાંથી તાર લઇને ગમે તેટલો દુર લઇ જઇ લાવ્યા પછી તેનો બીજો છેડો નેગેટીવ છેડા સાથે જો જોડી નાખવામાં આવે તોજ વિજળીક પ્રવાહ તેમાંથી વહેવા માંડે છે, અને ત્યારેજ તેને વહેવા માટેનો રસ્તો અથવા સરકીટ સંપુર્ણ (closed) થયેલો કહેવાય છે. જ્યારે બે તાર વચમાં કેથે અકસ્માતથી જોડાઇ જાય ત્યારે તેને શોર્ટ સરકીટ (short circuit) કહે છે. એ સરકીટ ત્રણ જાતના હોય છે; એક સીરીઝ, બીજો પેરેલલ અને ત્રીજો સીરીઝ-પેરેલલ કહેવાય છે. ઇલેકટ્રીક સરકીટની સંભાલ ભરેલી ગોઠવણ ઉપર ઇલેકટ્રીક કરન્ટની કરકસરનો આધાર રહે છે, અને તેથી જોઇતા કરન્ટનો જથ્થો અથવા પ્રેસર જેટલો જોઇએ તેટલો મેળવી શકાય છે. ઇલેકટ્રીકલ સરકીટમાં વોલ્ટેજ માપવાનો ગેજ વોલ્ટ-મીટર પેરેલલ રીતે અને એમ્પીઅર માપવાનો ગેજ એમ્પીઅર મીટર સીરીઝ રીતે નેગેટીવ તાર સાથે જોડવામાં આવે છે.

બેટરીનો સીરીઝ સરકીટ (Series Circuit of a Battery) ચિત્ર નાં. ૬ માં બતાવ્યો છે. એમાં એક સેલના



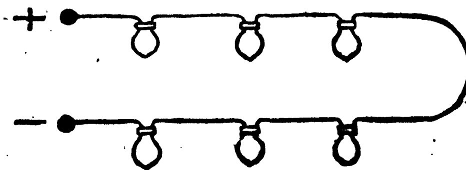
ચિત્ર નાં૦ ૬.
બેટરીનો સીરીઝ સરકીટ.

કોપર C અથવા પૉઝીટીવ તારને બીજા સેલના ઝીન્ક Z અથવા નેગેટીવ તાર સાથે જોડવામાં આવે છે, અને એવી રીતે ગમે તેટલા સેલોની સંખ્યા જોડી શકાય છે. આથી કરન્ટ એક સેલમાંથી બીજામાં, અને બીજામાંથી ત્રાજામાં, એ પ્રમાણે એક એકમાં થઇને છેલ્લાં સેલમાંથી બાહેર પડે છે. આવી બેટેરીનો વોલ્ટેજ બધી સેલોના સામટા વોલ્ટેજની બરાબર હોય છે. જો એક સેલનો વોલ્ટેજ ૨ હોય અને ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ ૧૦ સેલ સીરીઝમાં જોડેલા હોય તો ૧૦×૨=૨૦ વોલ્ટ સરકીટમાં મળે છે. એવી બેટેરીનો અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ પણ બધાં સેલના રીઝીસ્ટન્સના સરવાળાની બરાબર હોય છે. ઓહમનો ફૉરમ્યુલા એ સીરીઝ સરકીટને નીચે પ્રમાણે લાગુ પડે છે:-

I=એમ્પીઅર. E=વોલ્ટેજ. R=સામટો રીઝીસ્ટન્સ. N=સેલની સંખ્યા. r=સેલની અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ.

$$I = \frac{E}{r + (r \div N)}$$

લેમ્પનો સીરીઝ સરકીટ (Series Circuit of Lamps)–એમાં ચિત્ર નાં૦ ૭ માં બતાવ્યા પ્રમાણે ડાઇનેમોના કે બેટેરીના (+) પોઝીટીવ છેડામાંથી એક તાર કહાડી તેજ તારમાં વચ્ચે વચ્ચે બતીઓ લગાડતા જઇ છેલ્લે તેજ તારનો છેડો પાછો લાવી (–) નેગેટીવ છેડા સાથે જોડી દેવામાં આવે છે.

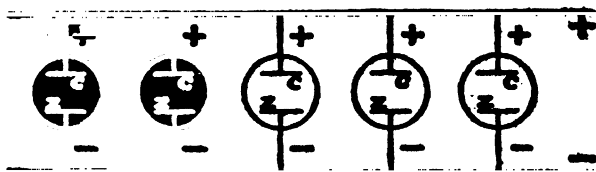


ચિત્ર નાં૦ ૭.
લૅમ્પનો સીરીઝ સરકીટ.

એ જાતના સરકીટમાં રીઝીસ્ટન્સ વધારે હોય છે, અને પ્રેસર (વોલટેજ) બધા લેમ્પો વચ્ચે વેંહચાઇ જાય છે, પણ કરન્ટ (એમ્પીઅરેજ) દરેક લેમ્પમાં એકજ સરખો રહે છે. જેમ કે ઉપલાં ચીત્રમાં ૬ લેમ્પ સીરીઝમાં જોડેલા બતાવ્યા છે, અને ધારો કે દરેક લૅમ્પને ૫૦ વોલ્ટ અને ૫ એમ્પીઅર જોઇએ છે તો ૫૦×૬=૩૦૦ વોલ્ટનો ડાઇનેમો એ માટે જોઇશે, જે ફક્ત ૫ એમ્પીઅર ઉપર એ આખો સરકીટ ચલાવી શકશે. એટલે કે એ સરકીટમાં કરન્ટ (એમ્પીઅર)

એકજ સરખો રહેશે, પણ લેમ્પની સંખ્યાના પ્રમાણમાં પ્રેસર (વોલ્ટેજ) માં વધઘટ થશે. હવે સમજો કે ૫૦ વોલ્ટના ૧૦૦ લેમ્પ સીરીઝ સરકીટમાં જોડયા હોય તો ૫૦×૧૦૦=૫૦૦૦ વોલ્ટનો પ્રેસર તે સરકીટમાં આપવો પડે, જે માણુસાઇ જીંદગી અને સલામતી માટે ઘણો જોખમ ભરેલો પ્રેસર કહેવાય છે.

બેટરીનો પેરેલલ સરકીટ (Parallel Circuit of a Battery)—એમાં બેટરીના દરેક સેલના પોઝીટીવ તારો એક



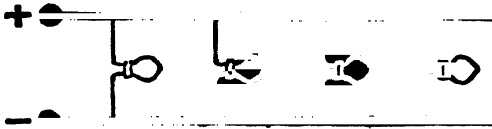
ચિત્ર નાં૦ ૮.
બેટરીનો પેરેલલ સરકીટ.

તાર સાથે અને નેગેટીવ બીજા તાર સાથે ચિત્ર નાં૦ ૮ માં બતાવ્યા મુજબ જોડવામાં આવે છે જેથી દરેક સેલનો વોલ્ટેજ અથવા પ્રેસર પાધરો સરકીટમાં જાય છે; એટલે કે એક સેલના વોલ્ટેજની બરાબરનો વોલ્ટેજ સરકીટમાં રહે છે અને સરકીટના પોતાના રીઝીસ્ટન્સ ઉપરાંત અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ એક સેલનો રીઝીસ્ટન્સ જેટલો હોય તેને સેલોની સંખ્યા વડે ભાંગવાથી જે મલે તેટલો હોય છે. જો દરેક સેલ ૫૦ એમ્પીઅર કરન્ટ આપે અને એવા પાંચ સેલ પેરેલલમાં જોડેલાં હોય તો તે ૫૦×૫=૨૫૦ એમ્પીઅર કરન્ટ એ બેટરીમાંથી મેળવી શકાય છે. એનો ફૉરમ્યુલા નીચે મુજબ છે:—

$$I = \frac{N \times E}{r + (N \times R)}$$

લૅમ્પનો પેરેલલ સરકીટ (Parallel Circuit of Lamps) માં ચિત્ર નાં૦ ૯ માં બતાવ્યા પ્રમાણે પોઝીટીવ અને નેગેટીવ બન્ને છેડામાંથી એક એક તાર કહાડીને જ્યાં જ્યાં બતીઓ લગાડવી હોય ત્યાં ત્યાં જુદી જુદી શાખાઓ કહાડી તેઓ સાથે લેમ્પ

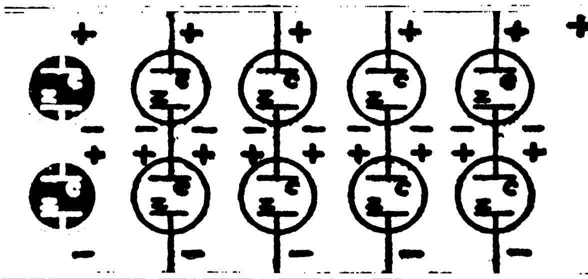
જોડવામાં આવે છે, યાને બત્તીનો એક તાર + સાથે ને બીજો તાર – સાથે જોડવામાં આવે છે. એ સરકીટમાં રીઝીસ્ટન્સ ઓછો હોય છે, અને વોલટેજ દરેક લેમ્પ માટે એક સરખો રહી કરન્ટ વહેંચાઇ જાય છે. જેમકે નીચલાં ચિત્રમાં પેરેલલ સરકીટમાં ચાર લેમ્પ જોડેલા બતાવ્યા છે, અને ધારો કે ઉપલોજ ૩૦૦ વોલ્ટ અને ૫ એમ્પીઅરનો ડાઇનેમો એ સરકીટ ચલાવવાને કામે લાગેલો છે, તો દરેક લેમ્પ ૩૦૦ વોલ્ટ અને ૫÷૪=૧.૨૫ એમ્પીઅર કરન્ટ ખાશે.



ચિત્ર નાં૦ ૯.
લૅમ્પનો પેરેલલ સરકીટ.

પેરેલલ સરકીટની ખામી એ હોય છે કે લાંબા સરકીટને છેડે એમાં વાલ્ટેજમાં ઘટ પડે છે, જે વિશે ૧૨ મે પાને સમજાવ્યું છે, જેથી સરકીટને છેડે લેમ્પ ઝાંખા બળે છે, અથવા સરકીટને છેડે જોડેલો ઇલેક્ટ્રીક મોટર ધીમી ચાલે ચાલે છે. એ સરકીટમાં જોડેલા કોઇ લેમ્પ અથવા મોટર બંધ કરવામાં આવે તો બાકીના ચાલુ લેમ્પ તથા મોટરના વોલ્ટેજમાં વધઘટ થાય છે. એ ખામી સુધારવા માટે કેટલીક ખાસ ગોઠવણો કરવામાં આવે છે.

બેટરીનો સીરીઝ–પેરેલલ સરકીટ (Series-Parallel Circuit of a Battery)—એમાં બે અથવા વધુ સેલ પહેલા સીરીઝમાં જોડીને તે દરેક બ્રીજ (bridge)ને બે પેરેલલ તાર સાથે પેરેલલ સરકીટમાં ચિત્ર ના૦ ૧૦ માં બતાવ્યા મુજબ જોડવામાં આવે



ચિત્ર ના૦ ૧૦.
બેટરીનો સીરીઝ–પેરેલલ સરકીટ.

છે. એમાં સામટો રીઝીસ્ટન્સ દરેક સેલના રીઝીસ્ટન્સને સેલની સંખ્યા વડે ગુણીને એવા જેટલા સીરીઝ બ્રીજ હોય તેની સંખ્યા વડે ભાંગવાથી જે મળે તેટલો હોય છે. ચિત્રમાં બતાવેલી ગોઠવણમાં દશ સેલના પાંચ સીરીઝ બ્રીજ બનાવીને પેરેલલમાં જોડવામાં આવ્યા છે. જો દરેક સેલનો રીઝીસ્ટન્સ એક ઓહમ હોય તો ૧૦×૧÷૫=૨ ઓહમનો સામટો રીઝીસ્ટન્સ મલશે. એનો કરન્ટ નીચે પ્રમાણે શોધી કાહડી શકાય છે, જેમાં S=સીરીઝની સંખ્યા છેઃ—

$$I=\frac{N \times E}{\left\{(r \times N) \div S\right\}+R}$$

દાખલો—એક સીરીઝ-પેરેલલ સરકીટમાં વોલ્ટેજ ૨ છે, સીરીઝ બ્રીજની સંખ્યાં ૪ છે, દરેક સીરીઝ બ્રીજમાં ૪ સેલ છે, દરેક સેલનો રીઝીસ્ટન્સ ૧૦ ઓહમ છે અને સામટો રીઝીસ્ટન્સ ૧૯ ઓહમ છે, તો કરન્ટ કેટલા એમ્પીઅર હોય?

$$\text{કરન્ટ } I=\frac{૪\times૨}{\left\{(૧૦\times૪)\div૪\right\}+૧૯}=\text{૨૭ એમ્પીઅર (જવાબ)}$$

બેટરીનું સર્વથી સરસ જોડાણ કરવા માટે સેલોને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે બેટરીનો સામટો અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ બાહેરના સરકીટના રીઝીસ્ટન્સની લગભગ બરાબર થઇ રહે. આવી ગોઠવણ માત્ર સીરીઝ-પેરેલલ રીતે જોડાણ કરવાથીજ થઇ શકે છે.

દાખલો—સેલોની સંખ્યા M ૨૦ છે. બાહેરના સરકીટનો રીઝીસ્ટન્સ R ૫૦ ઓહમનો છે, અને દરેક સેલનો અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ r ૧૦ ઓહમ છે, તો સર્વથી સારી ગોઠવણ કેવી રીતે કરીશકાય? દરેક સીરીઝ બ્રીજમાં સેલની સંખ્યા=S. સીરીઝ બ્રીજની સંખ્યા=N.

$$S=\sqrt{\frac{M\times R}{r}}=\sqrt{\frac{૨૦\times૫૦}{૧૦}}=૧૦$$

$$N=\sqrt{\frac{M\times r}{R}}=\sqrt{\frac{૨૦\times૧૦}{૫૦}}=૨$$

માટે ઉપલા દાખલામાં દશ દશ સેલને સીરીઝમાં પહેલાં જોડી ને બન્ને સીરીઝ બ્રીજને પેરેલલમાં જોડવા.

ત્રણ જાતના સરકીટની સરખામણી (Comparison between the three types of Circuits)—ધારો કે ચાર સેલની બેટરી છે, જે દરેક સેલ ૧ વોલ્ટ પ્રેશર આપે છે, અને તેની અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ ૨ ઓહમ છે. એ ચાર સેલને સીરીઝ સરકીટમાં જોડી બેટરી બનાવતાં તે બેટરીનો સામટો વોલ્ટેજ ૪ વોલ્ટનો થશે, અને જો બાહરનો રીઝીસ્ટન્સ ૫ ઓહમ હોય તો સામટો રીઝીસ્તન્સ (૪×૨)+૫=૧૩ ઓહમ થશે. આથી અસરકારક એમ્પીઅર આસરે $\frac{૪}{૧૩}$ થશે. હવે જો એ ચાર સેલ પેરેલલમાં જોડીને બેટરી બનાવવામાં આવે તો તેનો સામટો વોલ્ટેજ માત્ર ૨ વોલ્ટ થશે, અને બેટરી રીઝી-સ્ટન્સ ૨ ઓહમ થશે. જો લેમ્પ, મૉટર અથવા ઇલેકટ્રીક કરન્ટ વાપડનારાં બધાં યંત્રોને સીરીઝમાં જોડવામાં આવે તો તે દરેકનો સામટો રીઝીસ્ટન્સ મલીને આખા સરકીટનો રીઝીસ્ટન્સ એટલો બધો થશે કે તે સરકીટની કામ કરવાની શકિતનું પ્રમાણ અથવા સંપુર્ણતા (efficiency) ઓછી થશે. આથી સ્પીડ અને પાવરની સારી અસર મેલવવા માટે મોટરો વગેરેને પેરેલલમાં જોડવામાં આવે છે, કારણ કે એવા સરકીટનો સામટો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો હોય છે. દાખલા તરીકે ૧૬ કેન્ડલ પાવરનો લેમ્પ ૧૧૦ વોલ્ટના સરકીટ ઉપર ૨૪૦ ઓહમ રીઝીસ્ટન્સ આપે છે, માટે ઓહમના ફોરમ્યુલા પ્રમાણે દરેક લેમ્પ .૪૫ એમ્પીઅર કરંટ ખાય છે. હવે જો આવા ચાર લેમ્પ પેરેલલમાં જોડયા હોય તો દરેક લેમ્પનો રીઝીસ્ટંસ ૨૪૦ ઓહમ રેહવા છતાં તે સરકીટ .૪૫×૪=૧.૮ એમ્પીઅર કરંટ ખાશે. આવી રીતે થોડોજ કરંટ માંગતા કોઇ મોટર, ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ વગેરે માટે જેટલા જોઇએ તેટલા લેમ્પોમાં રીઝીસ્ટંસ આપવા માટે પેરેલલમાં જોડીને તેઓમાંથી કરંટ આપતાં જોઇએ તેટલો ઓછો કરંટ મેળવી શકાય છે, જેથી તે મોટર કે મેગ્નેટ વગેરેને નુકસાન પુગતું નથી. એક બેટરીને જુદી જુદી રીતે ગોઠવતાં તેનો કરંટ અથવા એમ્પીઅરેજ કેવી રીતે ઓછો વધતો કરી શકાય તે નીચલા દાખલા ઉપરથી જણાશે: ૧૦ સેલની બેટરી બનાવવાની છે. દરેક સેલના વોલ્ટેજ ૧.૪૭ છે, અને રીઝીસ્ટન્સ ૧ ઓહમ છે. બાહેરનો રીઝીસ્ટન્સ ૨.૫ ઓહમ છે. એ ૧૦ સેલોને સીરીઝમાં જોડતાં સામટો રીઝીસ્ટન્સ ૧૦ ઓહમનો થશે અને વોલ્ટેજ ૧૪.૭ થશે, જેથી તે અંદરના અને બાહેરના ૧૨.૫ ઓહમના રીઝીસ્ટંસ સામે ૧.૧૭ એમ્પીઅરનો કરન્ટ આપશે. હવે જો એ

૧૦ સેલોની બે સીરીઝ સરકીટ દરેક પાંચ પાંચ સેલની બનાવીને તેઓને પેરેલલમાં જોડીએ તો આખી બેટરીનો રીઝીસ્ટન્સ ૨.૫ ઓહમ થશે અને એમ્પીરેજ નીચે પ્રમાણે મળશેઃ-

$$I=\frac{E}{R}=\frac{૫\times૧.૪૭}{૨.૫+૨.૫}=૧.૪૭ \text{ એમ્પીઅર.}$$

બેટરીના સીરીઝ સરકીટમાં દરેક સેલનો જેટલા એમ્પીઅરેજ કરન્ટ હોય છે તેટલાજ એમ્પીઅરેજ કરન્ટ આખી બેટરીમાંથી મલે છે, પણ બેટરીનો સામટો વોલ્ટેજ સેલોની સંખ્યાનાં પ્રમાણમાં ઉમેરાતો જઇને વધે છે. સીરીઝનો સામટો રીઝીસ્ટન્સ બધાં સેલોના અંદરના રીઝીસ્ટન્સના સરવાળાની બરાબર રહે છે.

બેટરીના પેરેલલ સરકીટમાં સેલોની સંખ્યાના પ્રમાણમાં કરન્ટ વધે છે. એટલે દરેક સેલ જેટલો એમ્પીઅર આપવા માટે બનાવ્યો હોય, તેઓના સામટા સરવાળા જેટલો કરન્ટ આખી બેટરીમાંથી મળે છે, પણ વોલ્ટેજ દરેક સેલનો જેટલો હોય તેટલોજ આખી બેટરીનો રહે છે. એટલે આખી બેટરી એક મોટા સેલની માફક કામ કરે છે. એક સેલનો અંદરનો જેટલો રીઝીસ્ટન્સ હોય તેને સેલોની સંખ્યા વડે ભાગવાથી જેટલો મલે તેટલો રીઝીસ્ટન્સ આખી બેટરીનો હોય છે.

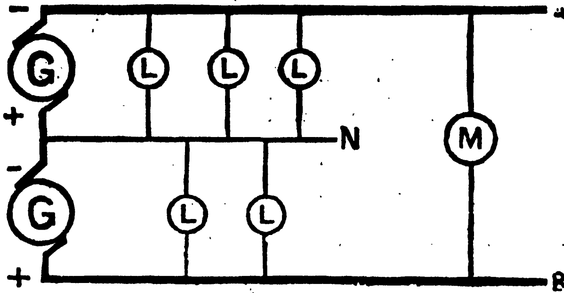
બેટરીના સીરીઝ-પેરેલલ સરકીટમાં જોઇએ તેટલા વોલ્ટેજ અને એમ્પીરેજ મેલવવાની ગોઠવણ કરી શકાય છે. ધારો કે એક સેલ બે વોલ્ટ અને ૫૦ એમ્પીરેજ આપે છે. જો એવાં ૮ સેલ સીરીઝમાં જોડયાં હોય તો ૫૦ એમ્પીઅર કરન્ટ, અને ૧૬ વોલ્ટ પ્રેસર મલે. જો એવાં ૮ સેલ પેરેલલમાં જોડયાં હોય તો માત્ર ૨ વોલ્ટ પ્રેસર અને ૪૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ મલે; પણ જો ચાર ચાર સેલના બે સીરીઝ બનાવી પેરેલલમાં જોડ્યા હોય તો ૮ વોલ્ટ અને ૧૦૦ એમ્પીઅરનો કરન્ટ મલી શકે. જો એ બધા સેલોનાં કનેક્શનો એક સ્વીચ બોર્ડ ઉપર લાવીને જોડયાં હોય તો જોઇએ ત્યારે ગમે તેટલાં સેલ સીરીઝ કે પેરેલલમાં માત્ર એક વ્હીલ ફેરવવાથી જોડી યા છોડી શકાય એવી ગોઠવણ કરી શકાય છે.

સરવીસ લાઇનનું જોડાણુ (Connection of Service Line)—પેરેલલ સરકીટને એક છેડેથી વિજળી દાખલ કરવાને બદલે સરકીટના મધ્ય ભાગમાંથી દાખલ કરવી સારી છે, જેથી બન્ને છેડે વોલટેજમાં ઘટ એકસરખી પડે. આથી તારના ખરચમાં પણ ફાયદો થાય છે, કારણકે જો વિજળીનો સરવીસ વાયર યાને બાહેરથી વિજળી દાખલ કરવાનો તાર સરકીટને એક છેડે જોડવામાં આવે તો સરકીટનો શરૂઆતનો તાર સરકીટ માંહેલો સામટો લોડ (load) અથવા પાવરના પ્રમાણમાં ઘણો જાડો લેવો પડે. પણ જો એ સરવીસ વાયર સરકીટના મધ્ય ભાગમાં જોડવામાં આવે તો સરકીટને બે ભાગમાં વેંહચી નાખવાથી ફીડરની બન્ને બાજુએ અરધો અરધો લોડ આવવાથી તેના પ્રમાણમાં તારની જાડાઇ ઘટાડી શકાય. એ પ્રમાણે જેમ જેમ લોડ ઓછો થતો જાય તેમ તેમ તારની જાડાઇ ઘટાડી શકાય છે.

તારની જાડાઈ વોલ્ટ ઉપર નહી પણ તેમાંથી પસાર થતા કરન્ટના એમ્પીઅર ઉપર આધાર રાખે છે. ૨૦ વોલ્ટના પ્રેસરનો ૧૦ એમ્પીયરનો કરન્ટ પસાર કરવા માટે જેટલી જાડાઇનો તાર જોઇએ તેટલીજ જાડાઇનો તાર ૧૦ એમ્પીયર અને ૨૦૦૦૦ અથવા ગમે તેટલા વધારે વોલ્ટ માટે જોઇએ છે. હવે વિજળીનો પાવર વોલ્ટ અને એમ્પીઅરના ગુણાકાર અથવા વૅાટ (watt) ઉપર આધાર રાખતો હોવાથી જેમ વધારે વોલ્ટેજ વાપરવામાં આવે તેમ તારના ખરચમાં ફાયદો થાય. માટે ચોકસ પાવર દુર લઇ જવા માટે જેમ જેમ વધારે વોલ્ટેજ વાપરીએ તેમ તેમ એમ્પીયર ઓછા ખપે, અને ઓછા એમ્પીયર માટે તારની જાડાઇ કમી રાખી શકાય. આજ કારણ થકી મોટાં ઇલેકટ્રીક પાવર હાઉસમાં એક લાખ અથવા વધુ વોલ્ટના પ્રેસરની વિજળી ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જેથી તેને ઘણા માઇલો સુધી દુરનાં કારખાનાંઓ ચલાવવા માટે લઇ જતાં ત્રાંબાંના તારના ખરચમાં મોટો ઉગાળો થાય છે.

થ્રી વાયર સીસ્ટમ (Three Wire System)—૧૮૯૭નાં વર્ષ સુધી વિજળીના ઇન્કેન્ડીસન્ટ લૅમ્પો માત્ર વધારેમાં વધારે ૧૧૦ વોલ્ટના પ્રેસર સુધીનાજ બનાવવામાં આવતા હતા. આટલા ઓછા વોલ્ટને લીધે સરકીટમાં તાર જાડો વાપરવો પડતો હતો. માટે તારના ખરચમાં ઉગાળો કરવા માટે ત્રણ તારનાં જોડાણની

રીત શોધી કાહડવામાં આવી, જેને થ્રી વાયર સીસ્ટમ કહે છે. ૧૧૦ વોલ્ટનો કારબન ફીલામેન્ટ લેમ્પ ૧૬ કેન્ડલ પાવરનો હોય તો આસરે અરધો એમ્પીઅર ખાય છે, પણ જો તેજ લેમ્પ ૨૨૦ વોલ્ટનો હોય તો માત્ર ¼ એમ્પીઅર ખાય, અને ઓછા એમ્પીઅર માટે તારની જાડાઇ પણ ઓછી ચાલી શકે. ચિત્ર નાં૦ ૧૧ માં જોવાથી માલમ



ચિત્ર ના૦ ૧૧.

થ્રી વાયર સીસ્ટમ.

પડશે કે એ સીસ્ટમમાં બે ડાઇનેમો મશીનો વપરાય છે, જે બન્ને મશીનોને સીરીઝમાં જોડેલાં હોય છે; એટલે એકનો પૉઝીટીવ તાર સરકીટમાં લઇ જઇ તેનો નેગેટીવ તાર બીજા મશીનના પૉઝીટીવ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને તે બીજા મશીનનો નેગેટીવ તાર સરકીટમાં લઇ જવામાં આવે છે. વળી બન્ને ડાઇનેમોના પૉઝીટીવ તથા નેગેટીવ તારો જ્યાં જોડાયા હોય ત્યાંથી એક ત્રીજો તાર સરકીટમાં લઇ જવામાં આવે છે; એ ત્રીજા વચલા તારને ન્યુત્રલ વાયર (neutral wire) કહે છે. બે ડાઇનેમો સીરીઝમાં જોડવાથી જોકે તેઓ દરેક ૨૩૦ વોલ્ટના હોવા છતાં તેઓના સરકીટમાં પ્રેસર બમણું એટલે ૪૬૦ વોલ્ટનો થશે. આથી તારની જાડાઇનો એરીઆ અરધો અંશ કમી કરી શકાશે. લેમ્પનો એક તાર સરકીટના પૉઝીટીવ કે નેગેટીવ તાર સાથે જોડી લેમ્પનો બીજો તાર વચ્ચેના ન્યુત્રલ તાર સાથે જોડવામાં આવે છે. જો બાહેરના બન્ને પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ તાર ઉપર એકજ સરખો લોડ હોય તો ન્યુત્રલ તારમાંથી વિજળીનો કરન્ટ વહેશે નહી, કારણ કે એક ડાઇનેમોના નેગેટીવ તારમાં આવતો કરન્ટ બીજાના પૉઝીટીવમાંથી આવતા કરન્ટને લીધે સમતોલ

(balanced) થઇ જશે; પણ જો એક તરફ વધારે અને બીજી તરફ ઓછો લોડ અથવા ઓછા લેમ્પ હશે તો વચલા ન્યુત્રલ વાયરમાં કરન્ટ વહેવા માંડશે. આમ થતું અટકાવવા માટે ઘણીક યુક્તિઓ કરવામાં આવે છે, તથા બે ડાઇનેમોને બદલે ત્રણ ડાઇનેમો મારફતે એ ત્રણ તારની સીસ્ટમ ચલાવવાની ગોઠવણ પણ કેટલીક રીતે કરવામાં આવે છે; તેમજ ત્રણને બદલે ચાર, પાંચ, છ કે સાત તારની સીસ્ટમો પણ વપરાય છે, જે બધીનો મૂખ્ય હેતુ મોટાં પાવર હાઉસોમાંથી દૂર લઇ જવામાં આવતા સરવીસ તારોના ખરચમાં મોટો ઉગાળો કરવાનો હોય છે. બે તારની સીસ્ટમ સાથે સરખાવતાં ત્રણ તારની સીસ્ટમમાં તારમાં વપરાતાં ત્રાંબાનું વજન માત્ર ત્રીજા ભાગ જેટલું હોય છે, અને સાત તારની સીસ્ટમમાં બે તાર માટે જોઇએ તેના માત્ર દશમાં ભાગ જેટલું ત્રાંબું ખપે છે. પણ આ પ્રમાણે તારોની સંખ્યા વધારવાથી અગવડ અને ગુંચવાડો એટલો બધો વધી પડે છે કે ઘણાકો તે પસંદ કરતા નથી. થ્રી વાયર સીસ્ટમમાં ન્યુત્રલ વાયર હમેશાં અર્થ (earth) કરવામાં આવે છે, એટલે જમીન સાથે જોડી દેવામાં આવે છે. (જુઓ અરથીંગ). એમ કરવાનું કારણ એ છે કે જો બાહેરના તારના ઇન્સ્યુલેશનમાં કાંઇ બિગાડો થાય તો 460 વોલ્ટના પ્રેસરનો આંચકો (shock) લાગે, પણ વચલો તાર જમીન સાથે જોડવાથી માત્ર 230 વોલ્ટનોજ શૉક લાગી શકે.

થ્રી વાયર સીસ્ટમનો બીજો હેતુ એ હોય છે કે લૅમ્પો માટે ઓછો વોલ્ટેજ વાપરી શકાય અને તે છતાં પાવર માટે તેથી બમણો વોલ્ટેજ વાપરી શકાય. જેમ વોલ્ટેજ વધુ હોય તેમ ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ સસ્તો પડે છે, પણ ઘરો અને ફેક્ટરીઓમાં બત્તી માટે વધુમાં વધુ 230 વોલ્ટથી વધુ પ્રેસર લેવામાં આવતો નથી, પણ પાવર માટે તેથી બમણો યાને 460 વોલ્ટ લઇ શકાય છે. માટે થ્રી વાયર સીસ્ટમથી લૅમ્પો માટે 230 અને પાવર માટે 460 વોલ્ટ સહેલાઇથી આપી શકાય છે; માટે ડાયરેક્ટ કરન્ટ (D. C.) પૂરો પાડનારી પબ્લીક કંપનીઓ આ સીસ્ટમ પસંદ કરે છે. ચિત્ર ના૦ 11 માં જોવાથી માલમ પડશે કે G G બે જેનરેટરો અથવા ડાઇનેમો છે, જે દરેક 230 વોલ્ટના છે, અને સીરીઝમાં જોડેલા હોવાથી તેઓના બાહેરના સરકીટ A અને B માં 460 વોલ્ટ કરન્ટ વહેશે, પણ

વચ્ચેના બેલેનસીંગ અથવા ન્યુત્રલ તાર N સાથે મેન સરકીટનો કોઇપણ એક A અથવા B લેવાથી તે સરકીટમાં માત્ર ૨૩૦ વોલ્ટ પ્રેસર રહેશે. ચિત્રમાં L લેમ્પો બતાવ્યા છે, જે ૨૩૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે છે, જ્યારે M એક મોટર છે, જે કોઇ કારખાનું કે મશીન ચલાવવા વપરાય છે અને તે ૪૬૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે છે.

થ્રી વાયર સીસ્ટમ ઘણું ખરૂં ડાયરેકટ કરન્ટ ઉપરજ વપરાય છે, અને કદાચજ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ ઉપર વપરાય છે. કેટલેક ઠેકાણે એને બદલે ત્રણ જેનરેટરો અથવા ડાઇનેમો થ્રી વાયર સીસ્ટમ ઉપર કામ કરે છે. એ માહેલો મોટો ૪૬૦ વોલ્ટે ચાલીને બાહેરના + અને – સરકીટો સાથે જોડેલો હોય છે, અને બીજા બે નાના જેનરેટરો ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ દરેક ૨૩૦ વોલ્ટે ચાલીને ત્રણે વાયરો સાથે જોડેલા હોય છે. આથી ન્યુત્રલ તારમાં બેલેન્સ સારી રીતે રાખી શકાય છે, જોકે ન્યુત્રલ વાયરને સંપુર્ણ બેલેન્સમાં રાખી શકાતો નથી, અને બાહેરના બે સરકીટો ઉપર જેમ જેમ ઓછો વધતો પાવર આવતો જાય તેમ તેમ ન્યુત્રલ વાયરમાં ઓછો વધતો કરન્ટ વહયા કરે છે.

અરથીંગ (Earthing)–જ્યારે વિજળીનો કોઇ તાર અથવા કન્ડકટર પૃથ્વિ સાથે એવી રીતે જોડી દેવામાં આવે છે કે જેથી વિજળીનો કરન્ટ સલામતી સાથે જમીનમાં ચાલી જાય ત્યારે તે કન્ડકટરને અર્થ કીધો એમ કહેવામાં આવે છે. કન્ડકટરને પૃથ્વિ સાથે જોડનારો ત્રાંબાનો તાર નં૦ ૧૪ સ્તાનડર્ડ વાયરગેજથી પાતળો નહી હોવો જોઇએ, અને એ જોડાણ કરનારો તાર જાથુક જમીન સાથે જોડાયલો રહે તેની સાવચેતી રાખવી જોઇએ. દર ૫૦ એમ્પીઅર કરન્ટ દીઠ એવો એક નં૦ ૧૪ નો તાર અર્થ કરવો જોઇએ. જમીન સાથે અરથીંગ કરવા માટે પાણીની મ્યુનીસીપલ પાઇપ સાથે તારનું જોડાણ કરવાથી સારી રીતે ગરજ સરે છે, પણ રોશની કે પાવર માટે વપરાતી ગેસ પાઇપ સાથે એવું અરથીંગ કદીબી કરવામાં આવતું નથી; તેમજ સ્ટીમ, ગરમ પાણી કે મીલોમાં વપરાતા હ્યુમીડીફાયરની પાઇપો પણ અરથીંગ માટે વાપરવા દેવામાં આવતી નથી. જો અરથીંગ માટે પાણીની પાઇપની સગવડ નહી મળી શકે તો જમીનમાં ઉંડો ખાદો ભિનાશવાળી જગ્યા નિકળે ત્યાં સુધી ખોદીને તેમાં ૧૮×૧૮ ઇંચની ચોરસ પ્લેટ ઉભી દાટી તેની આજુબાજુ

આસરે અર્ધો ફુટ સુધી કોક અથવા બળેલા કોલસાના નાના કકડા ભરવામાં આવે છે, અને એ પ્લેટ સાથે કન્ડકટરનું જોડાણ કરી અરથીંગ કરવામાં આવે છે. એ પ્લેટ ગેલવેનાઇઝડ લોહડાંની અથવા ત્રાંબાંની જોઇએ, અને કન્ડકટરનું જોડાણ એ પ્લેટ સાથે રિવેટ કે બોલ્ટથી નહી પણ પીત્તળનો પાકો સાંધો મારી બ્રેઝીંગ કરી કરવામાં આવે છે. વિજળીના તાર માટે વપરાતા ધાતુના કોન્ડીટ, તારનું સીસાનું કેસીંગ, મોટરની ફ્રેમ, થ્રીવાયર સીસ્ટમનો ન્યુત્રલ તાર, વગેરે આજુબાજુ કામ કરતા કામદારોની સલામતી માટે અર્થ કરવામાં આવે છે.

પ્રકરણ—૬.

વાયરીંગ.

WIRING

વાયરીંગ સીસતમ (Wiring System)—અગાઉ ડાઇનેમોમાંથી બે જાડા તાર કહાડી તેમાંથી જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓ માટેની શાખાઓ, અને તે શાખાઓમાંથી વળી બીજી શાખાઓ એમ એક મોટાં ઝાડની ડાંખલીઓ માફક તારોનું જોડાણ અને વેંહચણી કરવામાં આવતી હતી, અને દરેકે દરેક જોડાણની પાસે કોઇબી જગાએ ખૂણે ખ'ટાળે એક એક ફ્યુઝ મૂકવામાં આવતી હતી, જેને ત્રી સીસતમ (tree system) કહેતા હતા. આથી જો કોઇ ખૂણે મૂકેલી ફ્યુઝ પિગળી જતી તો તે શોધી કહાડવું ઘણું મુશકેલ થઇ પડતું હતું, અને વળી સળગી ઉઠે તેવા પદાર્થની નજદીકમાં એવી ફ્યુઝ આવવાથી આગ લાગવાના જોખમ ઓછા થવાને બદલે વધતા હતા. હાલમાં એ જુની રીત કાહડી નાખી નવી ડીસ્ત્રીબ્યુશન સીસતમ (distribution system) પ્રમાણે તારોની વેંહચણી કરવામાં આવે છે, જેથી ડાઇનેમો પાસેજ મેન સ્વીચ બૉર્ડ મુકી કારખાનામાં જેટલાં ખાતાં હોય તેટલાં ખાતાંની શાખાઓ તેમાંથી લઇ જવામાં આવે છે, જે દરેક શાખા માટે એક એક સ્વીચ અને એક એક ફ્યુઝ હોય છે. દરેક ખાતાંમાં તેનો જુદો બ્રેન્ચ સ્વીચ બૉર્ડ રાખવામાં આવે છે, જે ઉપર તે ખાતાંમાં ગયલી જુદી જુદી શાખાઓની સ્વીચ અને ફ્યુઝ ગોઠવવામાં આવે છે. જો વિજળીનો કરન્ટ બાહેરથી તૈયાર કોઇ કંપનીમાંથી

આવતો હોય તો તેના બાહેરના મેન (main) માંથી સરવીસ લાઇન (service line) જોડી લાવી પૉઝીટીવ તારમાં વિજળીનો કરન્ટ માપવાનો મીટર જોડી તે ડીસ્ત્રીબ્યુશન બૉર્ડ ઉપર લઇ જવામાં આવે છે. ત્યાં મેન સ્વીચ સાથે તારો જોડયા પછી તેમાંથી જુદાં જુદાં ખાતાંઓ કે ઓરડાઓમાં જુદી જુદી શાખા જુદી જુદી સ્વીચ અને જુદી જુદી ફ્યુઝમાંથી લઇ જવામાં આવે છે. તારના સાંધા કેડેબી બનતાં સુધી કરવામાં આવતા નથી, પણ ઉપર લખ્યા પ્રમાણે દરેક શાખા અથવા બ્રા-ચને જુદે જુદે ઠેકાણે બત્તી વગેરેમાં આંટો મારી અથવા લુપીંગ (looping) કરી પાછો ડીસ્ત્રીબ્યુશન બૉર્ડમાં લાવવામાં આવે છે.

ઇન્સ્યુલેટેડ તારનો છેડો તરમીનલમાં જોડતી વખતે સંભાળ રાખવી જોઇએ કે તે તારના છેડા ઉપરથી જેટલું રબરનું ઇન્સ્યુલેશન ઉખેડી નાખવામાં આવે તે કરતાં આસરે એક ઇંચ વધારે દૂર રબરની ઉપરની કપડાંની ટેપ અને ગુંઠેલી દોરીનું ઇન્સ્યુલેશન ઉખેડી નાખવું; કારણ કે ટેપ અથવા સુતરાઉ દોરી રબરના બચાવ અર્થે માત્ર વાપરવામાં આવે છે, અને રબર ઉખડી ગયા પછી જો તેના છૂટા છેડા અથવા દોરા ત્રાંબાના તારને લાગુ રહે તો ઘણોક કરન્ટ ગળી જવાનો સંભવ રહે છે. સુતરાઉ કાપડ અથવા દોરી ભિનાશ ચુશી લેવાથી કન્ડકટર બની જાય છે, અને તેમાંથી વિજળી સહેલાઇથી પસાર થઇ જાય છે.

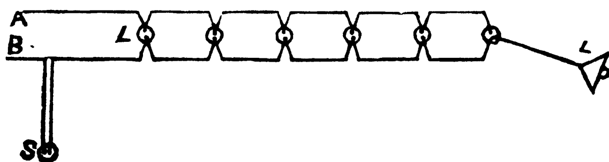
તારના સાંધા (Wire Joints)—સાદા ઇન્સ્યુલેશન વગરના બૅર વાયરના છેડા જોડવા માટે તેઓના છેડા આસરે ૨½ ઇંચ સુધી ઓખવી સાફ કરીને તેઓના છેડા થોડા થોડા વાંકા કરવામાં આવે છે, તથા બન્ને છેડા ઉપર કાણુસ વડે ફ્લેટ પાડી એક બીજા ઉપર મેલી ત્રાંબાના બારીક તાર વડે સફાઇથી બાંધી સાંધાને ચોખ્ખી કલ્લાઇ પાવામાં આવે છે. ઇન્સ્યુલેટેડ વાયરનો સાંધો કરવા માટે તેઓના છેડા ઉપરથી આસરે ૩ ઇંચ સુધીનું ઇન્સ્યુલેશનનું પડ કહાડી નાખવામાં આવે છે. પછી તે છેડાઓને તીક્ષણ ચાકુ વડે સારી પેઠે ઓખવી સાફ ત્રાંબુ દેખાય તેવા ચલકતા કરવામાં આવે છે. પછી બન્ને છેડા આસરે દોઢ ઇંચ જેટલા એક બીજા ઉપર મેલી એક છેડો એક તરફ ને બીજો છેડો બીજી તરફ અમળાવીને તાર ઉપર વીંટાળ-

વામાં આવે છે. પછી એ સાંધાને સારી પેઠે કલ્લઇ પાવામાં આવે છે. કલ્લઇ પાવા માટે એક લોખંડાંના ટુકડામાં ખાંચો પાડી તેને ગરમ કરી, ખાંચામાં તાવેલી કલ્લઇ ભરી તેમાં સાંધો ડુબાડવાથી સાંધો ઘણી સારી રીતે કલ્લઇ પી સંગીન બને છે. સાંધાને કલ્લઇ પાતી વખતે સાંધા ઉપર કોઇપણ જાતનો તેજાબ કે એસીડ નહી લગાડતાં રાજન (resin) જરૂર લગાડવી. સાંધાને કલ્લઇ પાવા પછી તે ઉપર રબરની ટેપ વિંટાળીને તે ઉપર પાછી કાળાં કપડાંની ખાસ બનાવેલી ટેપ વિંટાળવામાં આવે છે. વિજળીના તારના સાંધા કરવામાં ખાસ અનુભવ અને ચાલાકીની જરૂર છે, નહિં તો સાંધામાં ખામી રહી જવાથી પાછળથી એ જગા ગરમ થઇ આગ લાગવાનો સંભવ રહે છે. ઘણાકો ચોખ્ખી કલ્લઇને બદલે કલ્લઇ અને સીસું સરખે ભાગે લઇને તેની સોલડર (solder) બનાવે છે. જે બૅર વાયર ઉપર ખેંચાણ આવવાનો સંભવ હોય તેના છેડા ——| આવી રીતે આસરે બેથી ચાર દોરા જેટલા કાટખુણે વાળી બન્ને છેડાને પહેલ્લાં કલ્લઇ કર્યા પછી આસરે ૩ ઇંચ સુધી એક બીજા ઉપર ચહડાવી લંપ કરી પાતળા ત્રાંબાના તાર વડે ટાઇટ બાંધી સારી પેઠે સોલડર કરવામાં આવે છે. ત્રણ યા વધુ તારના કેબલોના સાંધા કરવા માટે એનજીનના દોરડાંના સાંધા કરવા માટે જેમ તેના છેડાઓ એક બીજામાં વણી કે ગુંઠીને જોડવામાં આવે છે તેમ (spliced) કરીને પછી તે સાંધાને સારી પેઠે સોલડર પાઇને તે ઉપર રબર અને કાળી ટેપનાં ઇન્સ્યુલેશન વીંટાળવામાં આવે છે.

કોઇ સ્વીચ કે સ્વીચ બૉર્ડ ઉપરના છેડા અથવા ટરમીનલ (terminal) સાથે કોઇ કેબલનો છેડો જોડતી વખતે કેબલના છેડા ઉપરનું જેટલું જોઇએ તેટલુંજ રબરનું પડ ઓખવી નાખવામાં આવે છે, અને કેબલ માહેલા બધા ત્રાંબાના તાર તરમીનલમાં સામટા ઘુસાડી જોડવામાં આવે છે. ઘણી વખતે કેબલને છેડે ત્રાંબાની અંગુઠી (thimble) સોલડરથી જોડીને અંગુઠી અથવા ખોલી તરમીનલમાં ઘુસાડવામાં આવે છે. જો બે યા વધુ તારો એકજ તરમીનલમાં જોડવા હોય તો તે બધાના છેડા સામટા સોલડર કરી અથવા ત્રાંબાની ખોલીમાં સોલડરથી જોડીને પછી જ તરમીનલ સાથે જોડવામાં આવે છે.

ઘણા મોટા કેબલોના સાંધા અથવા છેડા જોડવા માટે ખાસ જૉઇન્ટ અથવા જન્કશન બૉક્ષ બનાવેલા આવે છે.

લુપીંગ-ઇન (Looping-in)—ઉપર જે તારના સાંધા સોલડરથી કરવાની રીત સમજાવી છે તે હવે ક્વચીતજ વપરાય છે, કારણ કે એવી રીતે કીધેલા છેડાઓના સાંધા ભરોસો રાખવા લાયક હોતા નથી, અને ગમે તેવી ચાલાકીથી તેઓ કરવામાં આવે તે છતાં શુરૂઆતમાં નહી તો પાછળથી પણ તેઓમાં કાંઇ ખામી ઉત્પન્ન થવાથી ઘણું ખરાબ પરિણામ નિપજે છે. કેબલો ઉપર જે ઇન્સ્યુલેશનનું પડ કીધેલું હોય છે તે કેબલ ઉપરજ રબરને પિગળાવીને વલ્કનાઇઝડ (vulcanized) કરેલું હોવાથી તે તાર ઉપર ઘણું મજબૂત ચોંટી બેસે છે; પરંતુ તારના સાંધા સોલડર કરીને તે ઉપર રબરની પટી માત્ર વિંટાળવાથી તેવું સારૂં ઇન્સ્યુલેશન થઇ શકતું નથી; માટે બનતાં સુધી એવા સોલ્ડર કીધેલા સાંધા હવે કરવામાં આવતા નથી, અને આગની વિમા કંપનીઓ પણ એવા સાંધા પસંદ કરતી નથી. આથી તારને કાપ્યા વિના જોડાણ કરવાની રીતે વાયરીંગ કરવામાં આવે છે, જેને લુપીંગ-ઇન કહે છે.

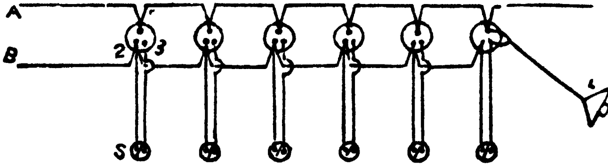


ચિત્ર ના૦ ૧૨.

લુપીંગ-ઇનની ગોઠવણ.

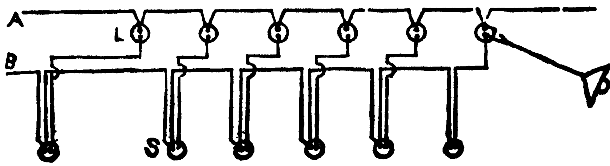
ચિત્ર ના. ૧૨ માં જોવાથી માલમ પડશે કે વિજળીના કરન્ટની વેંહચણી કરવાના ડીસ્ત્રીબ્યુશન સ્વીચ બૉર્ડમાંથી એક B તાર લઇ તેને એક સ્વીચ S ના એક છેડામાં માત્ર વિંટાળી કે બાંધીને તેનો બીજો છેડો L લૅમ્પમાં લઇ જઇ તેના એકજ છેડા સાથે વિંટાળીને બીજા લૅમ્પમાં જોડવામાં આપે છે. મેન લાઇન છેડામાંથી બીજો એક A તાર લઇ બધા લૅમ્પોના માત્ર એક એક છેડા સાથે વિંટાળી કે બાંધીને તે પાછો લાવી સ્વીચ બૉર્ડના છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. આથી તાર થોડોક વધુ ખપે છે, પરંતુ કેથેબી તારના બે છેડા સોલ્ડ-

રથી જોડીને કામ લેવામાં આવતું નથી, કે કેથેબી વચ્ચેથી તારની એક જૂદી બ્રેન્ચ તાર સાથે સોલ્ડરથી જોઠીને T જોઇન્ટ બનાવવામાં આવતેા નથી. લુપીંગ-ઇનની બીજી ગોઠવણો ચિત્રો નાο ૧૩ અને ૧૪ માં બતાવી છે.



ચિત્ર નાο ૧૩.
લુપીંગ-ઇનની બીજી ગોઠવણ.

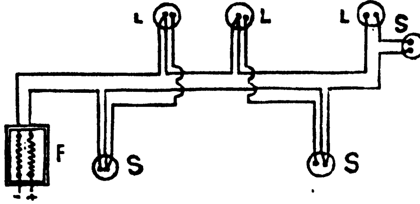
ચિત્ર નાο ૧૩ માં A અને B પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ લાઇનો છે અને સીલીંગ રોઝ અથવા જન્કશન બૉક્ષ ત્રણ કનેક-શનોના વાપરવામાં આવ્યા છે. A માંથી તાર જન્કશન બૉક્ષના નંબર ૧ ના કનેકશનમાં લુપ કરી બીજા જન્કશન બૉક્ષમાં લઇ જવામાં આવ્યો છે. તેજ પ્રમાણે B નો તાર જન્કશન બૉક્ષના નંબર ૨ ના કનેકશનમાં લુપ કરી આગળ લઇ જવામાં આવ્યો છે. લૅમ્પની S સ્વીચ જન્કશન બૉક્ષના નંબર ૨ અને ૩ સાથે તારના જુદા ટુકડાથી જોડેલી છે, જ્યારે લૅમ્પ L નું કનેકશન નંબર ૧ અને ૩ માંથી લીધું છે, જે એક છેડે સ્પષ્ટ બતાવ્યું છે.



ચિત્ર નાο ૧૪.
લુપીંગ-ઇનની ત્રીજી ગોઠવણ.

ચિત્ર નાο ૧૪ માં બે કનેકશનવાળા જન્કશન બૉક્ષ છે, જે સીલીંગરોઝ તરીકે પણ વપરાય છે. A લાઇન જન્કશન બૉક્ષમાં એક કનેકશન સાથે લુપ કરી લઇ જવામાં આવી છે, B લાઇન સ્વીચ S સાથે લુપ કરી લઇ જવામાં આવી છે, અને સ્વીચનું એક કનેકશન

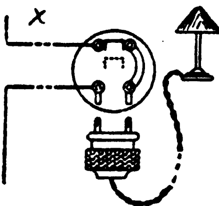
અને જન્કશન બૉક્ષનું બીજું કનેકશન તારના ટુકડાથી જોડવામાં આવ્યું છે. લુપીંગ-ઇન કરવા માટે તારને કાપ્યા વગર માત્ર તેનું ઇન્સ્યુલેશન બરાબર ઓખવી કાહડીને, તારને ડબલ કરી વાળીને અથવા સ્ક્રુની આસપાસ એક આંટો વિંટાળીને કરવામાં આવે છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧૫.
લુપીંગ-ઇનની ચોકી ગોઠવણ.

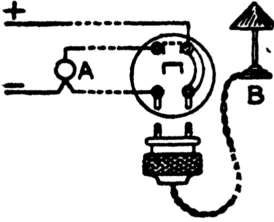
ચિત્ર નાં૦ ૧૫ માં બતાવેલી ગોઠવણમાં ડીસ્ટ્રીબ્યુશન સ્વીચ બૉર્ડમાંથી નેગેટીવ તાર લઇ તેને લૅમ્પ L ના એક છેડામાં માત્ર વિંટાળી કે આંટો આપીને તેનો છેડો બીજા લૅમ્પ L માં લઇ જઇ તેના એકજ છેડા સાથે વિંટાળીને ત્રીજા લૅમ્પ L માં જોડવામાં આવે છે. છેડેની C સ્વીચના બીજા છેડામાંથી બીજો તાર લઇ જઇ બીજી સ્વીચોના માત્ર એક એક છેડા સાથે વિંટાળીને તે પાછો લાવી સ્વીચ બૉર્ડના પૉઝીટીવ છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. L અને S ના ખાલી પડેલા બીજા છેડાઓમાંથી છૂટા છૂટા તાર લઇ તેઓના ખાલી પડેલા છેડાઓ સાથ જોડવામાં આવે છે.

ઇલેક્ટ્રીક લાઇટનું વાયરીંગ (Wiring for Electric Light)-ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ માટે ઘણી જૂદી જૂદી રીતે સ્વીચ અને લૅમ્પોના જોડાણ થઇ શકે છે, જેથી ગમે તે એક અથવા અનેક ઠેકાણેથી ગમે તે બીજે ઠેકાણેના લેમ્પો સળગાવી કે બુજાવી શકાય છે, જે ઘણુંજ સગવડ ભરેલું થઇ પડે છે. જેમકે કોઇ દાદર કે સીહડી ઉપરનો લેમ્પ તે સીહડી ઉતરતી કે ચહડતી વખતે ઉપર અથવા નીચેથી સળગાવી શકાય છે અને સીહડી ઉતરી કે ચહડી રહયા પછી નીચેથી કે ઉપરથી બુજાવી શકાય છે. ચિત્ર નાં૦ ૧૬ માં બતાવેલી ગોઠવણમાં સાદી સ્વીચની સાથેજ વૉલ પ્લગ પણ જોડેલો છે જેથી પ્લગ ખોસીને સ્વીચ બંધ કરતાં તેબલ લેમ્પ સળગાવી શકાય છે. એવો કમ્બાઇન્ડ સ્વીચ-પ્લગ તૈયાર મળી શકે છે.



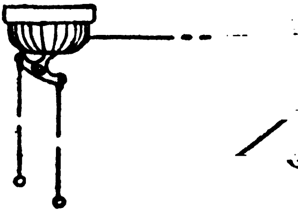
ચિત્ર નાં. ૧૬.
કમ્બાઇન્ડ સ્વીચ-પ્લગ

સ્વીચ-પ્લગની બીજી ગોઠવણમાં ચિત્ર નાં૦ ૧૭ માં બતાવ્યા પ્રમાણે સ્વીચ આખા ઓરડાની બીજી બત્તીઓ ઉપર અંકુશ રાખે છે, જ્યારે પ્લગમાં લેમ્પનો કનેકટર ખોસવાથી તેબલ લેમ્પ સળગે છે, અને તેને સ્વીચ સાથે કશો સંબંધ નથી. ચિત્રમાં A આગળ એક લેમ્પ બતાવ્યો છે, પણ એ પ્રમાણે ઘણા લેમ્પો પરેલલમાં નાખી શકાય છે. વળી એજ સ્વીચ મારફતે એવી ગોઠવણ કરી શકાય છે કે રાત્રે સુતી વખતે જ્યારે ઝાંખી (dim) લાઇટ જોઇએ ત્યારે સ્વીચ બધા લૅમ્પોને સીરીઝમાં જોડી આપે, જેથી લૅમ્પો ઝાંખા બળે.



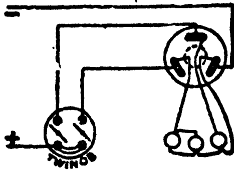
ચિત્ર નાં. ૧૭.
સ્વીચ પ્લગની બીજી ગોઠવણ.

ચિત્ર નાં૦ ૧૮ માં સીલીંગમાં લગાડેલી એક સ્વીચને આડું લીવર લગાડીને તે નીચે લટકતી દોરીઓ વડે કેવી રીતે ઉઘાડ બંધ કરી શકાય છે તે બતાવ્યું છે. સ્વીચના બૉનેટમાં એ કામ માટે બાજુએ એક છીદ્ર પાડી તેમાંથી લૅમ્પનો ફ્લૅક્ષીબલ તાર લઇ જવામાં આવે છે, અને એ છીદ્રમાં રબર કે કોડીનો ઇન્સ્યુલેટીંગ બુશ (insulating bush) લગાડવામાં આવે છે. લૅમ્પનો ફ્લેક્ષીબલ તાર જો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે સીલીંગમાં જડેલા ધાતુના હુકમાં ભેરવવામાં આવે તો તે હુક ઉપર પણ રબરની ટેપ વિંટાળવામાં આવે છે, અથવા કોડીનો હુક અથવા આઇ (eye) એ કામ માટે વાપરવામાં આવે છે.



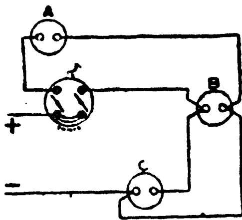
ચિત્ર નાં. ૧૮.
સીલીંગ ઉપર લગાડેલી સ્વીચ.

વેરીએબલ કન્ટ્રોલ (Variable Control)–ચિત્ર નાં૦ ૧૯ માં જે સ્વીચ વાપરવામાં આવી છે તેમાં બે ચાવી છે. એ સ્વીચને ત્વીનનૉબ (twinnob) સ્વીચ કહે છે. આવી સ્વીચ વાપરવાને બદલે બે જૂદી સાદી સ્વીચો પણ વાપરી શકાય છે. આવી ગોઠવણથી એકજ ત્વીનનૉબ સ્વીચની ગોઠવણની મદદથી ચિત્રમાં બતાવેલા ત્રણ લૅમ્પો માહેલો કોઇબી લૅમ્પ સળગાવી કે બુજાવી શકાય છે.



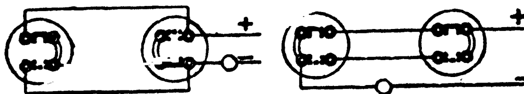
ચિત્ર નાં૦ ૧૯.
વેરીએબલ કન્ટ્રોલ.

વેરીએબલ કન્ટ્રોલની બીજી ગોઠવણ—ચિત્ર નાં૦ ૨૦ માં એક ત્વીનનૉબ સ્વીચ અને ત્રણ વૉલ પ્લગની વેરીએબલ કન્ટ્રોલની ગોઠવણ બતાવી છે. એ સ્વીચની એક ચાવી વૉલ પ્લગ A ઉપર કાબુ રાખે છે, અને બીજી ચાવી વૉલ પ્લગો B અને C ઉપર કાબુ રાખે છે.



ચિત્ર નાં૦ ૨૦.
વેરીએબલ કન્ટ્રોલ,
બીજી ગોઠવણ.

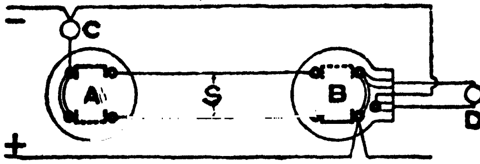
તુ–વે વાયરીંગ (Two-way Wiring)—એક મોટાં મકાનના લાંબા વરન્ડા અથવા ગલી (passage) માં અથવા તો દાદર અથવા સીહડી ઉપર એવી ગોઠવણ કરવામાં આવે છે કે વચ્ચે મૂકેલો એક લૅમ્પ તે ગલી કે સીહડીને બન્ને છેડે મૂકેલી કોઇબી સ્વીચની મદદથી સળગાવી કે બુજાવી શકાય છે. એને તુ–વે વાયરીંગ કહે છે. ચિત્ર નાં૦ ૨૧ માં આવી — તુ–વે સ્વીચ જ્યાં બે કનેકશનોને લાગુ થયલી બતાવી છે.



ચિત્ર નાં૦ ૨૧.
તુ–વે વાયરીંગ.

ત્યાં સ્વીચ ઑન (on) અથવા ચાલુ છે, અને જ્યાં આવી :···: મીંડાંઓથી બતાવી છે ત્યાં ઑફ (off) અથવા બંધ છે.

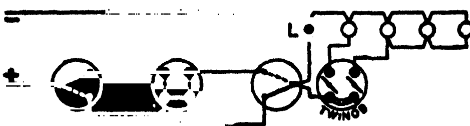
ચિત્ર નાં૦ ૨૨ માં A અને B આગળ બતાવેલી તુ–વે સ્વીચો C લૅમ્પ ઉપર કાબુ રાખે છે. D પોરટેબલ અથવા ટેબલ લૅમ્પ છે, જે એક વૉલ પ્લગ સાથે જોડવામાં આવે છે, જે પ્લગ B સ્વીચ સાથે જોડેલો છે, અને આ વૉલ પ્લગને C લૅમ્પ સાથે કશો સંબંધ નથી.



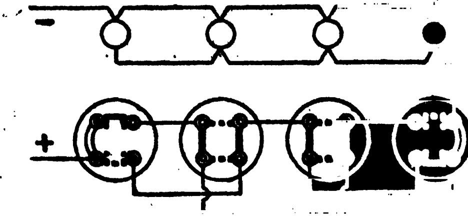
ચિત્ર નાં૦ ૨૨.
તુ–વે વાયરીંગની બીજી ગોઠવણ.

આ વૉલ પ્લગ પોરટેબલ લૅમ્પને બદલે કાંઇબી બીજા કામ માટે ઉપયોગમાં આવી શકે, જેમકે ધોબીની ઇલેકટ્રીક અસ્તરી ગરમ કરવા, ઇલેકટ્રીક ચુહલો સળગાવવા, વગેરે. બે સ્વીચો વચ્ચેનું સીધું જોડાણ કરનારા તારો S છે.

ઇન્ટરમીડીએટ કન્ટ્રોલ (Intermediate Control)– ઉપર બતાવેલી તુ–વે વાયરીંગની ગોઠવણથી લાંબા છેટાના બે છેડાઓ ઉપર રાખેલી તુ–વે સ્વીચો મારફતે લેમ્પો વગેરે ચાલુ બંધ કરી શકાય છે, પણ જો એ છેટો ઘણો લાંબો હોય તો વચ્ચે વચ્ચે પણ ઇન્ટરમીડીએટ સ્વીચો જોડીને આખી લાઇનમાં મૂકેલા લેમ્પો વગેરે ઉપર ગમે તે જગ્યાએથી કાબુ રાખી શકાય છે, જે ચિત્ર નં૦ ૨૩ માં બતાવ્યું છે. એમાં ચાર સ્વીચો આપેલી છે, જેઓ માહેલી જમણા હાથ ઉપર ને છેડેની ત્વીનનૉબ સ્વીચ છે, અને બાકીની ત્રણ સ્વીચો માહેલી વચલી ઇન્ટરમીડીએટ સ્વીચ છે, અને તેની બન્ને બાજુએ તુ–વે સ્વીચો



ચિત્ર નાં૦ ૨૩
ઇન્ટર મીડીએટ કન્ટ્રોલ



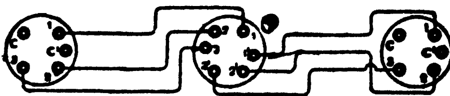
ચિત્ર ના૦ ૨૪

ઇન્ટરમીડીએટ કન્ટ્રોલની બીજી ગોઠવણ

છે. એક લૅમ્પ L એ તુ-વે અને ઇન્ટરમીડીએટ સ્વીચના કાબુમાં રહે છે. જ્યારે બાકીના લૅમ્પો ત્વીન-નૉબ સ્વીચના કાબુમાં રહે છે.

ચિત્ર ના૦ ૨૪ માં બતાવેલી ગોઠવણમાં ચાર સ્વીચો માહેલી કોઇભી એક સ્વીચ લાઇટ માહેલા લૅમ્પો ઉપર કાબુ રાખે છે. જે વખતે બાકીની ત્રણ સ્વીચોની ચાવીઓ ગમે તે હાલતમાં હોય. ચિત્રમાં સ્વીચોની કાળી લાઇન ચાલુ કનેકશન બતાવે છે અને મીંડાંવાળી લાઇન બંધ કનેકશન બતાવે છે. બન્ને છેડેની સ્વીચો તુ-વે જાતની છે અને વચ્ચેની બે ઇન્ટરમીડીએટ અથવા ગોળ ફરતી પીવટ (pivot) સ્વીચ છે, જો કે તમ્બ્લર (tumbler) જાતની સાદાં હેન્ડલવાળી સ્વીચો પણ એ કામ માટે મલી શકે છે. એક ઓરડામાં ચાર લૅમ્પો હોય તો ગમે તે ઠેકાણેથી એક લૅમ્પ બીજા લૅમ્પોની સ્વીચો ચાલુ કે બંધ હોય તે છતાં સળગાવી કે બુજાવી શકાય છે. સ્ટીમરોની કેબીનોમાં એવી ગોઠવણ જોવામાં આવે છે.

મારવલ સ્વીચ (Marvel Switch)—આ જાતની સ્વીચમાં પાંચ અને છ કનેકશનો રાખેલાં હોવાથી એક લાઇનમાં જોડેલા લૅમ્પો ઉપર બે અથવા વધુ ઠેકાણેથી બધા અથવા જોઇએ તેટલા લૅમ્પો ઉપર કાબુ રાખી શકાય છે. એ સ્વીચના તળિઆમાં જુદાં જુદાં કનેકશનોનાં નંબરો લખેલાં હોય છે. ચિત્ર ના૦ ૨૫ માં બતાવેલી સ્વીચોમાં પાંચ કનેકશનો છે. મોટા હૉલ અને દિવાનખાનાં-

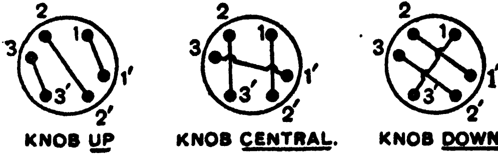


ચિત્ર ના૦ ૨૫.

પાંચ કનેકશનોની સ્વીચનું વાયરીંગ.

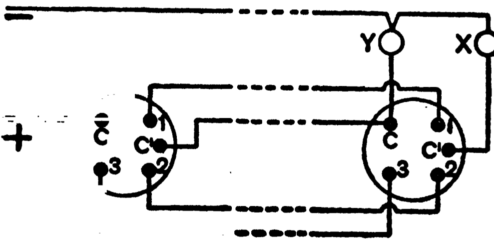
ઓમાં સંખ્યાબંધ બત્તીઓ મૂકવામાં આવતી હોવાથી એવી જગાએ આવી સ્વીચો વપરાય છે.

ચિત્ર નાં૦ ૨૬ માં ૭ કનેકશનોની મારવલ સ્વીચો બતાવી છે. જૂદી જૂદી ત્રણ હાલત (position) માં એ સ્વીચોના નૉબ (knob) અથવા ચાવી રાખવાથી કયાં કયાં કનેકશનો લાગુ થાય છે તે ચિત્રમાં જોવાથી માલમ પડશે.



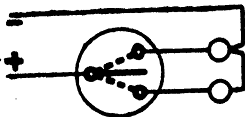
ચિત્ર નાં૦ ૨૬.
૭ કનેકશનોની સ્વીચ.

ચિત્ર નાં૦ ૨૭ માં બે મારવલ સ્વીચોનું વાયરીંગ કનેકશન બતાવ્યું છે. આમાં એવી ગોઠવણ છે કે x લાઇન એકલી સળગે, અથવા x અને Y પેરેલલમાં સળગે, અથવા બધી બુજાઇ જાય. આવુંજ વાયરીગ ચિત્ર નાં૦ ૨૫ માં પણ આપવામાં આવ્યું છે.



ચિત્ર નાં૦ ૨૭.
મારવલ સ્વીચનું વાયરીંગ.

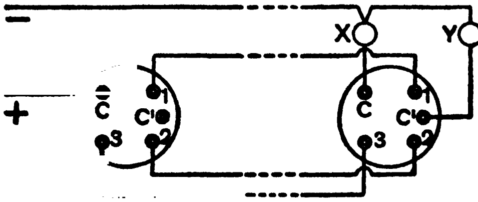
રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ (Restrictive control)—કોઇ મોટાં દિવાનખાનામાં અથવા ગોદાઉનમાં ઘણી બત્તીઓ મુકવા છતાં એકકી વખતે માત્ર જયાં જોઇએ ત્યાંની થોડીજ બત્તીઓ સળગી શકે એવો અંકુશ રાખવાની જરૂર પડે છે કે જેથી એઅંદાજ બધીજ બત્તીઓ સળગાવી શકાય નહી અને તેથી ઇલેકટ્રીક કરન્ટ વ્યર્થ ખપે નહી. ચિત્ર



ચિત્ર નાં૦ ૨૮.
રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ

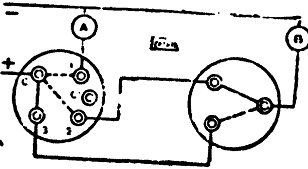
નાં ૨૮ માં આવી બે લાઇનની ગોઠવણ એક તુ–વે અથવા ડુપ્લે (duplex) સ્વીચ સાથે બતાવી છે, જેથી ગમે તે એક લાઇન એક વખતે સળગાવી શકાય.

ચિત્ર નાં ૨૯ માં બતાવેલી બે મારવલ સ્વીચ સાથનાં કનેકશનોમાં એકકી વખતે X અથવા Y લાઇન સળગે, અથવા બુજાઇ જાય એવી ગોઠવણ કરવામાં આવી છે, અને એ કોઇપણ એક સ્વીચ મારફતે થઇ શકે છે.



ચિત્ર નાં ૨૯.
રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ (બે ઠેકાણેથી)

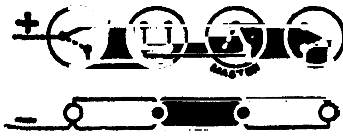
ચિત્ર નાં ૩૦ માં હૉટલોના બેડ રૂમમાં વપરાતો અંકુશ રાખનારો રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ બતાવ્યો છે. એમાં ડાબી બાજુની થ્રી–વે સ્વીચ ત્રણ કનેકશનોની છે. જ્યારે એનો નૉબ અથવા ચાવી વચ્ચે હોય ત્યારે બિછાણા પાસેના લૅમ્પ A સળગે છે; પણ એ નૉબ અથવા ચાવી જ્યારે ઉપર અથવા નીચે કરવામાં આવે ત્યારે



ચિત્ર નાં ૩૦.
રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ.

તેબલ ઉપરનો અથવા ઓરડાની વચ્ચે ટાંગેલો B લૅમ્પ સળગે છે એ B લૅમ્પ ઉપર ઓરડાના દરવાજા પાસે રાખેલી તુ વે સ્વીચ જે ચિત્રમાં જમણી તરફ બતાવી છે તે પણ કાબુ રાખે છે. આથી ઓરડામાં રહેતો માણસ ગમે તો A અથવા B લૅમ્પ એકકી વખતે સળગાવી શકે, પણ બન્ને લૅમ્પ સાથે સળગાવીને હોટેલના માલેકને વ્યર્થ ખરચ નહી કરાવી શકે.

માસ્તર સ્વીચ (Master Switch)—માસ્તર સ્વીચનું કામ એ હોય છે કે બધા લૅમ્પ ચાલુ કે બંધ કરી શકે, અને બીજી કોઇ પણ

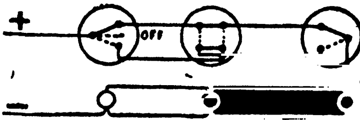


ચિત્ર ના૦ ૩૧
માસ્તર સ્વીચ કન્ટ્રોલ.

સ્વીચની મદદથી તેઓ બુજાવી શકાય નહી; તેમજ બધા લૅમ્પ માસ્તર સ્વીચથી બુજાવી શકાય, પણ કોઇ પણ બીજી સ્વીચથી સળગાવી શકાય નહી, અને બીજી સ્વીચો ઉપર જે લૅમ્પો હોય તેઓની સંખ્યામાં વધારો ઘટાડો કરી શકાય.

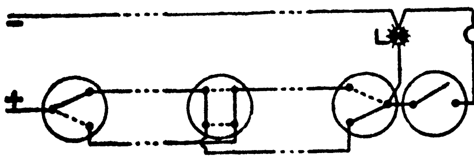
ચિત્ર ના૦ ૩૧ માં બતાવેલી માસ્તર સ્વીચની ગોઠવણમાં ત્રણ જૂદે જૂદે ઠેકાણેથી કાબુ અથવા કન્ટ્રોલ રાખી શકાય છે. એમાં માસ્તર સ્વીચ સીંગલ-વે સ્વીચ છે, અને તે લૅમ્પો સળગેલા રાખે છે.

ચિત્ર ના૦ ૩૨ માં બતાવેલી માસ્તર સ્વીચની ગોઠવણમાં પણ ત્રણ ઠેકાણેથી કાબુ રાખી શકાય છે. એમાં ડાબી બાજુની તુ-વે-ઑફ (two-way-off) સ્વીચ માસ્તર સ્વીચ છે અને તે લૅમ્પો બુજાવેલા રાખે છે.



ચિત્ર ના૦ ૩૨
માસ્તર સ્વીચ કન્ટ્રોલ.

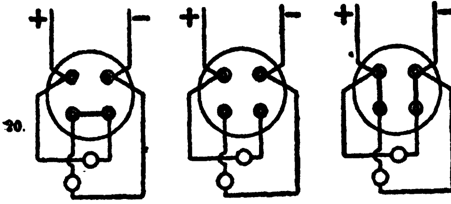
ચિત્ર ના૦ ૩૩ માં બતાવેલી ગોઠવણમાં ત્રણ ઠેકાણેનો કન્ટ્રોલ છે. જમણી બાજુની સીંગલ-વે માસ્તર સ્વીચ છે, જે લાઇન માહેલા થોડાક લૅમ્પો બુજાવેલા રાખે છે (જુવો ચિત્ર ના૦ ૩૩).



ચિત્ર ના૦ ૩૩
માસ્તર સ્વીચ કન્ટ્રોલ.

ઝાંખી બત્તી (Dim Light)—ઘણે ઠેકાણે રાતના બિછાણે જતી વખતે અથવા જ્યારે કાંઇ કામ પડે ત્યારે બત્તીઓ ઝાંખી કરવાની જરૂર પડે છે. તેલની બત્તીમાં કાકડો નીચે ઉપર કરવાથી બત્તી ઝાંખી અથવા તેજસ્વિ બળે છે, તેમ ઇલેક્ટ્રીક લાઇટમાં પણ ગોઠવણ થઇ શકે છે, જેને ડીમ લાઇટ કહે છે. ઇલેક્ટ્રીક લાઇટની ગોઠવણમાં

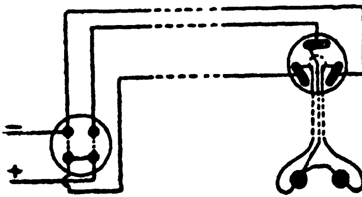
બત્તીઓને ઝાંખી કરવા માટે તેઓનાં પેરેલલ કનેકશન તોડી નાખીને સીરીઝના કનેકશનો સ્વીચોની મદદથી કરવામાં આવે છે. બીજી રીતમાં એકજ લૅમ્પમાં બે ફીલામેન્ટ અથવા તારનાં ગુચ્છળાં હોય છે, જેમાંનું એક ઝાંખુ અને બીજું તેજસ્વિ બળે છે. કેટલેક ઠેકાણે ઝાંખી બત્તી બાળવા માટે જુદી પાંચ વૉટની બત્તી સરકીટમાં જોડવામાં આવે છે, જેવાં કનેકશનો ચિત્રો નાં૰ ૩૪ અને ૩૫ માં બતાવેલાં ડીમ લાઇટનાં જુદાં કનેકશનો તરીકે ચાલી શકે છે.



ચિત્ર નાં૰ ૩૪
ડીમ લાઇટ કનેકશન.

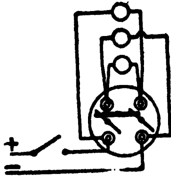
ચિત્ર નાં૰ ૩૪ માં સીરીઝ-પેરેલલ સ્વીચ સાથે બે લૅમ્પોનું કનેકશન બતાવ્યું છે જેમાંનો એક લૅમ્પ ઝાંખો, અને બીજો તેજસ્વિ છે. ડાબી બાજુનાં ચિત્રમાં ઝાંખી બત્તી, વચલામાં બન્ને બત્તીઓ બુઝાચલી હાલતમાં, અને જમણી બાજુએ તેજસ્વિ બત્તી સળગેલી હાલતમાં હોય ત્યારે સ્વીચનાં કનેકશનો કેવી હાલતમાં હોય છે તે બતાવ્યું છે.

ચિત્ર નાં૰ ૩૫ માં સીરીઝ અને પેરેલલ બે સરકીટોનાં કનેકશનો બતાવ્યાં છે. ચિત્ર નાં૰ ૩૪ માં જ્યારે ચાર કૉન્ટ્રેકત (contact) નો સીલીંગ રોઝ વાપરવામાં આવે છે ત્યારે ચિત્ર નાં૰ ૩૫ માં ત્રણ કૉન્તૅકતનો વાપરવામાં આવે છે. આવી રીતે બે "મારવલ" સ્વીચો પણ એવી રીતે જોડી શકાય છે કે જ્યારે જોઇએ ત્યારે બે સરકીટોને સીરીઝમાં અથવા પેરેલલમાં જોડી આપે છે, અથવા સરકીટ બંધ (off) પણ કરી શકાય છે, અને તેઓને બે ઠેકાણેથી કાબુ (control) માં રાખી શકાય છે.



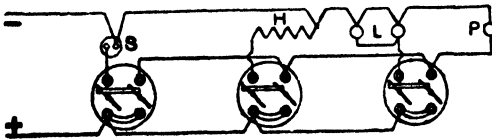
ચિત્ર નાં૰ ૩૫
સીરીઝ-પેરેલલ સરકીટ.

સીરીઝ પેરેલલ રેલવે સરકીટ ચિત્ર નાo ૩૬ માં બતાવ્યો છે. એમાં એકજ હેન્ડલની સીંગલ ટમ્બલર ડબલ પોલ (D. P.) સ્વીચ સાથે ત્રણ લૅમ્પો સીરીઝ તથા પેરેલલમાં જોડેલા દેખાડયા છે. જયારે એ સ્વીચ ઉઘાડી અથવા ઑફ હોય ત્યારે લૅમ્પો સીરીઝમાં ઝાંખા બળે છે, અને જયારે સ્વીચ બંધ કરવામાં આવે ત્યારે એ લેમ્પો પેરેલલમાં તેજસ્વિ બળે છે. લૅમ્પો બુઝાવી નાખવા માટે એક જુદી સ્વીચ વાપરવામાં આવે છે, જે પૉઝીટીવ તાર ઉપર બતાવી છે. આવી ગોઠવણ રેલવેની ગાડીઓમાં જોવામાં આવે છે.



ચિત્ર નાo ૩૬
સીરીઝ-પેરેલલ
રેલવે સરકીટ.

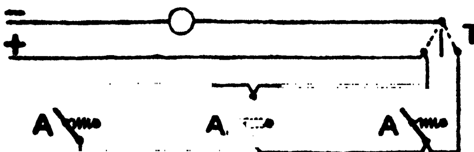
પાઇલટ લૅમ્પ (Pilot Lamp)—કેટલેક ઠેકાણે કોઇ સરકીટ ચાલુ છે કે બંધ છે તે દૂરથી ચેતવણી રૂપે દેખાડવા માટે તે ઉપર એક પાઇલટ લૅમ્પ રાખવામાં આવે છે, જે ઘણીક વખત લાલ રંગનો રાખવામાં આવે છે. ચિત્ર નાo ૩૭ માં



ચિત્ર નાo ૩૭
પાઇલટ લૅમ્પ કનેકશન.

P પાઇલટ લૅમ્પ છે, અને ત્રણ ડબલ પોલ સ્વીચો હીટર H ના સરકીટ, અથવા લૅમ્પ L ના સરકીટ અથવા વૉલ પ્લગ અથવા સૉકેટ S ના સરકીટો ઉપર કાબુ રાખે છે, અને ત્રણ માહેલો કોઇભી એક અથવા વધુ સરકીટો ચાલુ હોય ત્યારે પાઇલટ લૅમ્પ સળગે છે.

ચોર માટે ચેતવણી આપવા માટે કેટલેક ઠેકાણે ચિત્ર નાo ૩૮ માં બતાવ્યા મુજબ કનેકશનો કરી શકાય છે. એમાં નેગેટીવ તાર ઉપર લૅમ્પો જોડવામાં આવે છે અને T આગળ એક દુત્ત્વે સ્વીચ રાખવામાં આવે છે, એ સ્વીચ



ચિત્ર નાo ૩૮
ચોર માટે ચેતવણીનાં કનેકશન

જ્યારે ડાબી બાજુ કનેક્શન કરે છે ત્યારે લૅમ્પો સાધારણ વપરાસ માટે સળગે છે. સ્વીચ જ્યારે વચ્ચે ન્યુત્રલ (neutral) રાખવામાં આવે છે ત્યારે લૅમ્પો બુજાઇ જાય છે; પણ સ્વીચ જ્યારે જમણી બાજુ કનેકશન કરે છે ત્યારે A A A આગળના બારી કે બારણાઓ સાથે જોડેલી સ્પ્રીંગોમાં કરન્ટ ચાલુ થાય છે, અને એવી રીતે ગોઠવણ રાખવામાં આવે છે કે કોઇબી બારી કે બારણું ઉઘાડી તેની સામે રાખેલાં કનેકશન સાથે અડડાંતાંજ લૅમ્પો સળગે છે, અને લૅમ્પના સરકીટમાં ઘંટી રાખી હોય તો તે પણ વાગવા માંડે છે. એ માટે બારી કે બારણાની ફ્રેમમાં સ્પ્રીન્ગ વાળું કનેકશન એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે, કે તે થોડાંબી ઉઘડતાંજ કૉન્ટૅકટ અથવા જોડાણ થઇ જાય છે, અને તુ-વે સ્વીચ ફેરવીને જમણી બાજુ ગોઠવી રાખી હોય તોજ અલામૅ વાગે છે અથવા ચેતવણી આપનારા લૅમ્પો સળગે છે.

પ્રકરણ—૭.

કેસીંગ અને કૉન્ડીટ.

CASING AND CONDUIT

લાકડાંના કેસીંગ (Wood Casing)—ઇન્સ્યુલેશનવાળા કન્ડકટરો લાકડાંનાં કેસીંગમાં બેસાડવામાં આવે છે, જેથી તેઓનાં ઇન્સ્યુલેશનનું પડ કોઇ કારણે જોખમાય નહી, અને કેબલને નુકસાન થાય નહિ. લાકડાંનાં કેસીંગમાં બે ગ્રવ અથવા ગાળા એવી રીતે કાહડેલા હોય છે કે તેઓમાં ઇન્સ્યુલેટેડ કેબલ તદન ફીટ બેસે છે, અને તેઓ ઉપર લાકડાંની પાતળી પટી ઢાંકી પીત્તળનાં સ્ક્રુથી બંધ કરવામાં આવે છે. એ સ્ક્રુ બન્ને કેબલની વચ્ચેની જગામાં નહી પણ બાહેરની બાજુએ બેસાડવા જોઇએ. દેવદાર કરતાં સાગનું લાકડું વિજળી માટે વધારે સારૂં નોન-કન્ડકટર કહેવાય છે. માટે દેવદારને બદલે સાગલી લાકડાંનાજ કેસીંગ વાપરવા દેવામાં આવે છે. કેસીંગને દિવાલનાં પ્લાસ્ટર કે સીમેન્ટમાં ખાદો પાડી બેસાડવામાં આવતાં નથી. કારખાનાંઓમાં એવાં કેસીંગ દિવાલની સપાટીથી અરધો ઇંચ દૂર કોડીના ટુકડાઓ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, અને રહેવાનાં મકાનોમાં ½ ઇંચ જાડા કોડીના ટુકડાઓ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે. જો દિવાલ અથવા સીલીંગ લાકડાંની હોય તો કેસીંગ તેઓ ઉપર પાથરી

જડવામાં અડચણુ નથી. કોડીના ટુકડાઓ ૩ ફીટથી વધુ દૂર રાખવામાં આવતા નથી.

કેસીંગ માટેના ગ્રુવમાં તારને ઠોકીને કદીબી બેસાડવા નહી. ગ્રુવની સાઇઝ એવી હોવી જોઇએ કે માત્ર અંગુઠાથી દાબીને તાર બેસાડી શકાય. તાર બેસાડવા અગાઉ કેસીંગ તથા તેની કૅપ (cap) માં અંદરની બાજુએ લાખ (shellac)ના વારનીશના બે ઘટ હાથ લગાડવા, તેમજ તાર બેસાડયા પછી બાહેર તે વારનીશ અથવા કોઇ જાતના તેલના રંગના બે હાથ લગાડવા, જેથી કેસીંગનું લાકડું તદન વૉટરપ્રુફ થઇ જાય, અને ભિનાશ ચુશે નહી.

કેસીંગના એક ગ્રુવમાં એક કરતાં વધુ તારો સામટા બેસાડવા હોય તો તે બધા તારો એકજ પ્રકારની વિજળીના (એટલે પૉઝીટીવ યા તો નેગેટીવ) હોવા જોઇએ, અને બધામાં એકજ સરખો વોલ્ટેજ હોવો જોઇએ. પાંચ એમ્પીઅરથી વધુ કરન્ટ ખાતા તારોને એકજ ગ્રુવમાં રાખવું સલાહકારક નથી.

કેસીંગ માટે ખીલા કદીબી વાપરવા દેવામાં આવતા નથી. ગ્રુવનાં તળિઆંમાં કેસીંગની જાડાઇ નાનામાં નાનાં કેસીંગમાં ઓછામાં ઓછી દોહડ દોરો હોવી જોઇએ, પણ બે દોરા હોય તો વધારે સારૂં.

ઘણા ભિનાશવાળી જગામાં લાકડાંનાં કેસીંગ વાપરવાની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી.

લાકડાંના કેસીંગના ફાયદા એ છે કે એ વાપરવાથી તારનું ઇન્સ્યુલેશન જોખમાવાનો જરાબી સંભવ રહેતો નથી, જ્યારે પાઇપ, કૉન્ડીટ વગેરેમાંથી તારને ખેંચતાં તેનુ ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થવાનો ઘણો સંભવ રહે છે, જે ખરાબી બાહેરથી માલમ પડતી નથી. કેસીંગમાં રાખેલા તારની હાલત જ્યારે જોઇએ ત્યારે તેની કૅપ ખોલીને જોઇ શકાય છે, અને તે ઉપર જોઇતું નકશીકામ કે રંગ ચહડાવીને તેને સુંદર બનાવી શકાય છે. આગ લાગવાના સંભવવાળા કારખાનાઓમાં કેસીંગને અંદરથી તેમજ બાહેરથી ફાયરપ્રુફ રંગ લગાડયો હોય તો કોઇ વેળા તેના તારનું ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થતાં જો ચિંગારી પડે તોબી કેસીંગનું લાકડું એકદમ સળગી ઉઠે નહી. ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થવાથી જો તારો શૉર્ટ સરકીટ થઇને ચિંગારી પડયા કરે તો ધીમે ધીમે તે બાજુનાં કેસીંગનું લાકડું બળી

બળીને આગ લાગવાનો સંભવ રહે છે. તેમજ લાકડું ભિનાશ ચુશી લેવાની ખાસિયત ધરાવતું હોવાથી જો કેસીંગને બરાબર અંદર તેમજ બાહેર વૉટરપ્રુફ રંગ કે વારનીશ નહી લગાડયો હોય તો ભિનાશને લીધે તેનું ઇન્સ્યુલેશન કોહી જઇ ઉપર મુજબ શૉર્ટ સરકીટ થવાનો સંભવ રહે છે.

કોઠો—૪. વિજળીના કેબલ માટે લાકડાંના કેસીંગ.

કેબલનાં નંબર.	ગ્રુવની પોહળાઇ.	બે ગ્રુવ વચ્ચે ની જગા.	કેસીંગની પોહળાઇ.
૧૮	૧/૪	૧/૨	૧ ૧/૨
૧૬	૩/૧૬	૫/૮	૧ ૫/૮
૩/૨૦	૫/૧૬	૫/૮	૧ ૭/૮
૭/૨૦	૫/૧૬	૩/૪	૨
૭/૧૮	૩/૮	૭/૮	૨ ૧/૪
૭/૧૬	૧/૨	૧	૨ ૩/૪
૭/૧૪	૫/૮	૧	૩
૧૯/૧૬	૩/૪	૧ ૧/૮	૩ ૧/૨
૧૯/૧૪	૭/૮	૧ ૧/૪	૪
૧૯/૧૩	૧	૧ ૧/૨	૪ ૧/૨

સ્ટીલ કૉન્ડીટ (Steel Conduit)—અગાઉ સાધારણ ગેસ પાઇપમાં તાર પરોવીને દિવાલ ઉપર બેસાડવામાં આવતા હતા, પણ હવે વાયરીંગ માટે ખાસ બનાવેલા સ્ટીલના પાઇપ વપરાય છે, જેને કૉન્ડીટ કહે છે. કૉન્ડીટમાં તાર બેસાડવાની ગોઠવણ જો કે સર્વથી સારી છે, પણ તેમ તે ઘણી ખરચાળુ છે. સસ્તામાં સસ્તી કૉન્ડીટ કલોઝ જોઇન્ટ (close joint) નામની આવે છે, પણ તે ઘણી સંતોષકારક હોતી નથી. સાંધા વગરની (brazed) તેમજ ઝાળીને સાંધો મારેલી (seamless) કૉન્ડીટ તદન પાણી નહી જાય તેવી વૉટરટાઇટ હોય છે. કેટલાક કૉન્ડીટો ઇનેમલ કરેલા કે ગેલવેનાઇઝડ

કરેલા આવે છે, અને કેટલાની અંદર ઇન્સ્યુલેશનનું પડ ચઢાવેલું હોય છે, જેવી જાતના કૉન્ડીટ ઘણા સારા કહેવાય છે. અંદરથી ઇનેમલ કરેલા કૉન્ડીટ પણ ઘણા પસંદ કરવા જોગ હોય છે. હલકી જાતના પાતળા અને કલોઝ જોઇન્ટવાળા કૉન્ડીટના છેડા માત્ર સાદી આંટા વગરની ભૂંગળી જેવી સૉકેટથી જોડવામાં આવે છે, પણ સારી જાતની જોડી કૉન્ડીટના છેડા આંટાવાળી સૉકેટથી જોડવામાં આવે છે. આથી આખી વાઇરીંગની ગોઠવણમાં વપરાયલી બધી કૉન્ડીટ એક બીજી સાથે ધાતુ સાથે ધાતુ મેળવી સારી રીતે જોડાયલી હોવાથી તેને અર્થ (earth) કરી શકાય છે. કૉન્ડીટ અને એનાજ જેવી વિજળીના તારો ઢાંકવા માટે વપરાતી ધાતુની પાઇપો કે કેસીંગો હમેશાં અર્થ કરવીજ જોઇએ, કે જેથી જો અકસ્માત અંદરના તારનું ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થવાથી તારનો સંબંધ કૉન્ડીટની ધાતુ સાથ થાય તો તેમાંથી વિજળીનો કરન્ટ જમીનમાં ચાલી જાય.

કૉન્ડીટની સામગ્રી સાધારણ પાઇપની સામગ્રી જેવીજ હોય છે; જેમકે સોકેટ, બેન્ડ, એલ્બો, અરધા બેન્ડ, રીડયુસીંગ સોકેટ વગેરે. વળી ટી, બેન્ડ વગેરે ચીરેલા (split) પણ મળી શકે છે, જેઓના બે ફાડચાં સ્ક્રુથી જોડવામાં આવે છે. કેટલેક ઠેકાણે કૉન્ડીટ દિવાલ ઉપર લગાડતી વખતેજ તેમાંથી તાર પરોવતા જાય છે, જ્યારે કેટલેક ઠેકાણે કૉન્ડીટ લગાડયા પછી એક સ્ટીલના તારની મદદથી તેમાં તાર પરોવી બીજે છેડે ખેંચી લેવામાં આવે છે, જે રીત વધારે સારી કહેવાય છે. કૉન્ડીટનાં નંબર બાહેરના ડાયામેટર ઉપરથી કહેવામાં આવે છે, અને અરધા ઇંચથી લઇને એક એક દોરો ચઢતી ડાયામેટરની કૉન્ડીટ મળી શકે છે.

કૉન્ડીટને દિવાલનાં પ્લાસ્ટરમાં વીમા કંપનીની રજાથી ગારવા દેવામાં આવે છે, અને કામ પડે તો વિજળીના બંને પ્રકારના (નેગેટીવ અને પૉઝીટીવ) તારોને એકજ કૉન્ડીટમાંથી પસાર કરવા દેવામાં આવે છે, કારણ કે કૉન્ડીટની ગોઠવણમાં આગ લાગવાનો જોખમ નથી. ભિનાશવાળી જગ્યામાં કૉન્ડીટના છેડાઓ બરાબર વાટર ટાઇટ કરવા જોઇએ, નહી તો ભિનાશ અંદર દાખલ થઇને તારનું ઇન્સ્યુલેશન કોહવડાવી નાખે. મીલો અને કારખાનાંઓમાં કૉન્ડીટને દિવાલથી અરધો ઇંચ દૂર રાખવા વીમા કંપનીઓ કહે છે.

કૉન્ડીટનો અંદરનો ભાગ તદ્દન સુંવાળો સાફ હોવો જોઇએ, નહી તો તાર અંદરથી ખેંચતી વખતે તેનું ઇન્સ્યુલેશન ફાટીને ખરાબ થઇ જવાનો સંભવ રહે છે. બ્રેઝીંગ (brazing) અથવા વેલડીંગ (welding) થી સાંધો મારેલી સસ્તી જાતની કૉન્ડીટમાં એવી ખામી ખાસ નજરે પડે છે, કારણુ કે સાંધા મારતી વખતે અંદરથી સાંધો રફ ખડબચડો રહી જાય છે, જે અંદર સળિઓ ઘાલીને સાફ કરવા છતાં બરાબર સાફ થઇ શકતો નથી. તોપણુ દરેક કૉન્ડીટ બરાબર અંદરથી તપાસ્યા પછીજ વાપરવી જોઇએ, અને કૉન્ડીટમાં તાર ઘણુા તાઇટ રહેવા નહી જોઇએ. કૉન્ડીટ ધાતુની બનાવેલી હોવાથી તે લાકડાંના કેસીંગ જેવી ઇન્સ્યુલેશનનો ગુણુ ધરાવતી નથી. માટે તેમાં વપરાતા તારનું ઇન્સ્યુલેશન ઘણી સારી જાતનું હોવું જોઇએ, અને ૫૦૦ વોલ્ટ સુધીના પ્રેશર માટે ૨૫૦૦ મેગઓહમનાં ઇન્સ્યુલેશન રીઝીસ્તન્સવાળો તાર એવાં કામ માટે વાપરવાની ભલામણુ કરવામાં આવે છે.

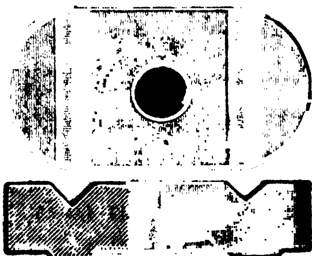
લેડ કવર્ડ વાયરીંગ (Lead-covered Wiring)–રબર કે પેપર ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર ઉપર સીસાંનું પડ ચહડાવેલા વિજળીના તારને લેડ કવર્ડ વાયર કહે છે. કાગળનાં ઇન્સ્યુલેશનને કોઇ જાતનું તેલ પાયલું હોય છે, જેથી તે ભિનાશ ચુસે નહી. પેપર કરતાં રબર ઇન્સ્યુલેશનના મોટા તાર કીમ્મતમાં મોંઘા પડે છે, પણુ નાના તારની કીમ્મતમાં ઘણો ફરક નથી, માટે રબર ઇન્સ્યુલેશનના તાર વાપરવા વધારે સારા છે, કારણુ કે રબર ભિનાશ ચુશી શકતું નથી. સીસાંના પડવાલા એવા તાર વાપરતાં સંભાળ એ લેવામાં આવે છે કે તારને છેડે સીસાંના પડ અને કેબલ વચ્ચે કોઇ જાતનું ઇન્સ્યુલેટીંગ કૉમ્પોઝીશન ભરીને તે છેડાઓનાં મહોડાં બરાબર બંધ કરી લેવામાં આવે છે, જેથી તે વાટે ભિનાશ અંદર જાય નહી. સીસાંના ભારને લીધે એવા તાર દિવાલ ઉપર જડતાં આસરે ૯ ઇંચને અંતરે તેની કલીપ (clip) લગાડવી પડે છે. સીસાંનું કવરીંગ કોઇબી રીતે ભરોસો રાખવા લાયક હોતું નથી, કારણુ કે તે નરમ હોય છે; માટે જ્યાં તાર જોખમાવાનો સંભવ હોય ત્યાં, અને ખાસ કરીને જમીન કે દિવાલમાંથી પસાર કરતી વખતે, તેને કૉન્ડીટ કે લોહડાંના પાઇપમાંથી પસાર કરવો જોઇએ, અને તારનું લેડ કવરીંગ ઘટતી જગ્યાએ બરા-

પર અર્થ (earth) કરવું જોઇએ; અર્થીંગને લીધે એ તાર કેઠેથી કાપવો નહી જોઇએ; એનું લેડ કવરીંગ જો કોઇ ઠેકાણે કાપવું પડે તો બન્ને બાજુના છેડા એક પીત્તળના બૉક્ષ સાથે સોલ્ડરથી જોડવામાં આવે છે, જેથી આખાં વાયરીંગનું લેડ કવરીંગ અખંડ ઇલેક્ટ્રીકલ જોડાણમાં રહે. એવા તાર સીંગલ, ડબલ, કે ત્રેબલ બનાવવામાં આવે છે, એટલે કે એકજ લેડ કવરીંગમાં બે કે ત્રણ તારો સામટા રાખેલા હોય છે. સામટા રાખેલા એવા બે તારને ત્વીન (twin) વાયર કહે છે.

કેબ તાયર શીલ્ડ કેબલ (Cab Tyre Sheathed Cable)–આ જાતનો તાર ઘણી ભિનાસવાળી જગ્યામાં વપરાય છે. એમાં ત્રાંબાના તાર ઉપર ગાઠીનાં પૈડાં ઉપર આવે છે તેવું માત્ર જાડું રબર ચહડાવેલું હોય છે, અને રબર ઉપર ટેપ કે બ્રેડીંગ હોતું નથી. તાર પાણીમાં ડુબેલો પણ રાખી શકાય છે, તેમજ દિવાલના પ્લાસ્ટરમાંબી દાટી રાખી શકાય છે તે છતાં તેનું ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થતું નથી. એને ટુંકમાં C. T. S. કેબલ કહે છે. એ તાર માટે કેસીંગ, કૉન્ડીટ કે સીસાંનું કવરીંગ વાપરવામાં આવતું નથી અને ઘણાં રફ અને ઘસારાવાળાં કામમાં એ તાર ખુલ્લાજ વાપરવામાં આવે છે. એ તાર બાહેરથી જેટલો જાડો હોય તેટલા જાડા કોઇ સળિઆ ઉપર વાળી ડબલ કરીને બાકીની લંબાઇ સાથે જોડીને તપાસ કરવામાં આવે છે કે તેમ કરતાં એ તારનું રબર ચિરાઇ અથવા ફાટી જાય નહી.

રૉલ વૉલ પ્લગ (Rawl Wall Plug)–દિવાલ ઉપર તાર માટેનાં કેસીંગ, કૉન્ડીટ, કે કલીટ વગેરે જડવા માટે લાકડાંના વૉલ પ્લગ વાપરવામાં આવે છે, જે નરમ લાકડાંના બનાવવામાં આવે છે. એ પ્લગ વાપરવાથી દિવાલમાં ખીલા ઠોકીને દિવાલનું પ્લાસ્ટર ખરાબ કરવાનો સંભવ રહેતો નથી. દિવાલમાં ડ્રીલથી છીદ્ર પાડી તેમાં એવો એક વૉલ પ્લગ ઠોકવામાં આવે છે, જે વગર ખીલાએ દિવાલમાં ચિટકી બેસે છે, અને નિકળી આવતો નથી, કારણ કે એ એવી રીતે બનાવેલો હોય છે કે દિવાલના છીદ્રમાં ઠોકીને તેમાં સ્ક્રુ ફેરવતાં તેનો અંદરનો છેડો ફુલીને જાડો થાય છે. એ પ્લગમાં કેસીંગ, કલીટ વગેરે સ્ક્રુથી જડવામાં આવે છે. ઇંટની દિવાલમાં મોટાં છીદ્ર પાડવા માટે લોહડાંની પાઇપને છેડે કાણુસવડે કરવતી જેવા દાંતા પાડી તે પાઇપ ફેરવી ફેરવીને દિવાલમાં ઠોકવામાં આવે છે. રૉલ પ્લગની સામગ્રી ડ્રીલ સાથે તૈયાર મળે છે.

કલીટ વાયરીંગ (Cleat Wiring)—આ ગોઠવણમાં દિવાલ ઉપર બબ્બે ત્રણ ત્રણ ફીટને આંતરે ચીની કામ અથવા કોઠીની કલીટ જડીને તેમાં રાખેલા બે ખાંચામાં ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર બેસાડી તે ઉપર તેવીજ એક કોડીની કૅપ રકુથી ઢાંકવામાં આવે છે. આથી તાર બધે ખુલ્લો દેખાય છે, અને તાર દિવાલની સપાટીને લાગુ રહેતો નથી. જો સારી મજબૂત જાતનાં ઇન્સ્યુલેશનનો તાર



ચિત્ર નં. ૩૯.
કલીટ.

વાપરવામાં આવે તો કલીટ વાયરીંગની ગોઠવણ સસ્તી અને ભરોસો રાખવા લાયક થઇ શકે છે. એનો મુખ્ય ફાયદો એ છે કે એમાં તાર તદ્દન ખુલ્લો દીસ્તો હોવાથી કોઇ ખામી દૂરથી દેખાઇ આવે છે, અને તે તુરત સુધારી શકાય છે; પણ એનો ગેરફાયદો એ છે કે થોડા વખત પછી તાર ઢીલા પડતાં દિવાલની સપાટીને લાગે છે, તેમજ તાર ઉપર ધુળ, ચૂનો, રંગ, માખ, મચ્છર વગેરે બાઝી જઇ દેખાવ ખરાબ થઇ જાય છે. કલીટ વાયરીંગ કીંમતમાં પણ સસ્તું પડે છે.

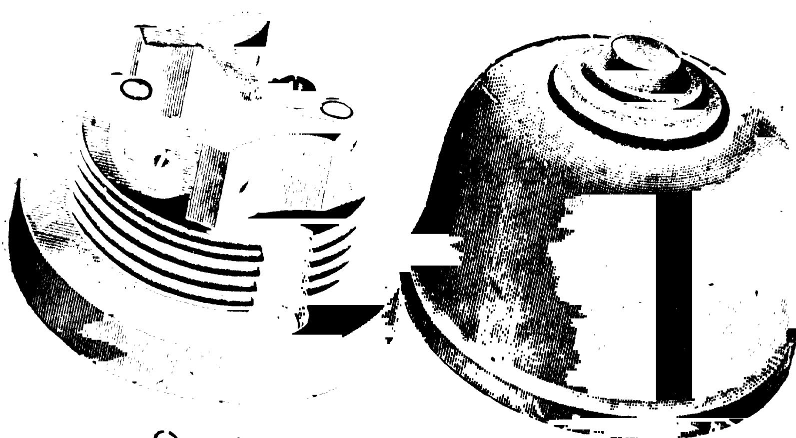
કલીટની પસંદગી એવી રીતે કરવામાં આવે છે કે ૬ એમ્પીઅર સુધીના કરન્ટ માટે નેગેટીવ તથા પૉઝીટીવ તારો વચ્ચેનું અંતર અરધા ઇંચથી ઓછું નહી રહે, અને ૨૦ એમ્પીઅર સુધીના કરન્ટ માટે એ અંતર ૧¼ ઇંચ, તથા ૨૦ થી વધુ એમ્પીઅર માટે ૧½ ઇંચથી ઓછું નહી રહે. વળી જમીનથી ૬ ફીટ સુધીનો તાર કલીટો ઉપર ઉઘાડો નહી રાખતાં તેને કોઇબી જાતનાં કેસીંગથી ઢાંકવામાં આવે છે, જેથી તે જોખમાવાનો સંભવ નહી રહે. મીલો અને કારખાનાંઓમાં વીમા કંપનીની રજા વગર કલીટ વાયરીંગ કરવા દેવામાં આવતું નથી.

કલીટ વાયરીંગ કરતી વખતે તાર બરાબર ખેંચી કલીટોમાં બેસાડી ઉપરથી તેઓની કૅપ તાઇટ કરી લેવી. નાના તાર હાથથીજ ખેંચવામાં આવે છે, પણ મોટા તારો ખેંચવા માટે ખાસ બનાવેલા સ્ટ્રેનર (strainer) આવે છે: તાર ખેંચતી વખતે તેની અંદરનો

ત્રાંબાનો કન્ડકટર તૂટી જાય નહી તેની સંભાળ રાખવી. સ્ટીમ અને ભિનાશવાળી જગ્યા માટે ૨૫૦૦ મેગઓહમની જાતનો તાર પસંદ કરવો સારો છે.

મજલાની જમીન અથવા દિવાલમાંથી તાર પસાર કરતી વખતે જમીન (floor) અથવા દિવાલમાં છેદ પાડી તેમાં એક સુંવાળી કોડીનો પાઇપ સીમેન્ટથી ચણી લેવો અને તેમાંથી તાર પસાર કરવા.

સીલીંગ રોઝ (Ceiling Rose)—લાઇનમાંથી કનેકશન



ચિત્ર નં. ૪૦.
સીલીંગ રોઝ.

કરી ફ્લેક્ષીબલ વાયરથી લૅમ્પ ટાંગવા માટે સીલીંગ રોઝ વપરાય છે. એ કોડીનું બનાવેલું હોય છે, અને એ બે તથા ત્રણ કનેકશનનાં મળી શકે છે. કનેકશનો વચ્ચે કોડીની દિવાલ હોય છે, જેથી તારો સાથે મળી જઇને શૉર્ટ સરકીટ થવાનો સંભવ રેહતો નથી. ટાંગેલા લૅમ્પનું વજન રોઝના ટરમીનલમાં વપરાતા નાના સ્ક્રુ ઉપર નહી આવે તે માટે ફ્લૅક્ષીબલ તાર માટેનો છેદ રોઝના સેન્ટરમાંથી લઇને કોડીની દિવાલ માહેલાં છેદમાં પરોવીને પછી ટરમીનલમાં ખોસી તેનો સ્ક્રુ ટાઇટ કરવામા આવે છે, જેથી બે છેદમાં પુરતું ફ્રીકશન થવાથી ફ્લૅક્ષીબલ તથા લૅમ્પનાં વજનને લીધે તારનો છેડો ટરમીનલ (terminal) માંથી ખેંચાઇ આવે નહી.

જન્કશન બૉક્ષ (Junction Box)—જયાં ઉપર લખ્યા મુજબ લુપીંગ-ઇન નહી કરવું હોય યા નહી થઇ શકતું હોય ત્યાં તારનો સાંધો કરવા માટે વપરાતા કોડીના બનાવેલા જન્કશન બૉક્ષ વાપરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. સોલ્ડરથી સાંધા કરવા કરતાં એવા જન્કશન બૉક્ષથી સાંધા કરવા વધારે સારા છે. કારણકે એમાં શોલ્ડર કરવાની ખટપટ નીકળી જવા સાથે વધારે ભરોસો રાખવા લાયક સાંધા થઇ શકે છે. અને વળી જ્યારે જોઇએ ત્યારે એવા જન્કશન બૉક્ષનું ઢાંકણું ઉઘાડી સાંધો સહેલાઇથી તપાસી શકાય છે. બૉક્ષમાં કોડીની બેઠક ઉપર બે ત્રાંબાની પ્લેટની પટીઓ જડેલી હોય છે, જેઓને બન્ને છેડે એક એક સ્ક્રુ હોય છે, જેમાં તારનો છેડો બેસી સ્ક્રુ મજબુતાઇથી તાઇટ કરવાથી સાંધા થઇ શકે છે. બે પટીઓ વચ્ચે એક નાની કોડીની દિવાલ હોય છે, જેથી ઇન્સ્યુલેશન વગરના તારના છેડાઓમાંથી વિજળીનો કરન્ટ ઉછળી (jump) કરી ને ચિંગારી પડે નહી કે શૉર્ટ સરકીટ થાય નહી, અને કોડીની બેઠક ઉપર કોડીનું ઢાંકણું સ્ક્રુથી તાઇટ કરવામાં આવે છે, જેથી સાંધો તદન ફાયરપ્રુફ બને છે.

પ્રકરણ—૮.

રોશની.

ILLUMINATION.

બ્રીટીશ કેનડલ પાવર (British Candle Power)—એક બ્રીટીશ કેનડલ પાવર એટલે $\frac{7}{8}$ ઇંચ ડાયામેટરની અને $\frac{1}{6}$ પાઉન્ડ વજનની સ્પર્મ વ્હેલ (sperm whale) નામની માછલીમાંથી નિકળતી સ્પરમેસિટિ (spermaceti) નામની ચરબીમાંથી બનાવેલી મીનબતી દર કલાકે ૧૨૦ ગ્રેનને હિસાબે બળતાં જેટલી રોશની આપે તેટલી રોશની. એક લૅમ્પના કેન્ડલ પાવર ઉપરથી તે એવી કેટલી મીનબતીની બરાબર રોશની આપી શકે છે તે કહેવામાં આવે છે. એક જરમન હેફનર કેન્ડલ પાવર .૯ બ્રીટીશ કેન્ડલ પાવરની બરાબર થાય છે, અને ૧૪.૪ બ્રીટીશ કેન્ડલ પાવર ૧૬ જરમન હેફનર (Hefner) કેન્ડલ પાવર જેટલો હોય છે. ૧.૧૧ હેફનર (જરમન) કેન્ડલ પાવર એક બ્રીટીશ કેન્ડલ પાવરની બરાબર હોય છે.

ઇન્ટરનેશનલ કેન્ડલ પાવર (International Candle Power)—ફ્રાંસ, અમેરીકા વગેરે બીજા દેશોએ સ્વિકારેલો કેન્ડલ પાવર ઇન્ટરનેશનલ કહેવાય છે, અને એ હવે ઇંગ્લાંડમાં પણ સ્તેનડર્ડ (standard) કેન્ડલ પાવર તરીકે વપરાય છે. એ કેન્ડલ પાવર વરનન હારકૉર્ટ (Vernon Harcourt)ના ૧૦ કેન્ડલ પાવરના પેન્ટેન (pentane) સ્તાનડર્ડ લૅમ્પથી હવાના ચોક્કસ પ્રેસરે અને હવા માહેલા ભિનાશનાં ચોક્કસ પ્રમાણ મુજબ માપવામાં આવે છે.

મીન કેન્ડલ પાવર (Mean Candle Power)—જૂદી જૂદી જાતના લૅમ્પો તેઓ માહેલી ફીલામેન્ટની ગોઠવણનાં પ્રમાણમાં ચોતરફ ઓછી વધતી રોશની ફેંકે છે. માટે એક લૅમ્પનો કેન્ડલ પાવર તેની ચોતરફ ફરતી જગ્યા ઉપર પડતી ઓછી વધતી રોશનીની સરાસરી લઇને તે ઉપરથી કહેવામાં આવે છે.

રોશનીનો કાયદો એ છે કે એક બત્તીથી ચોક્કસ તફાવતે મૂકેલી એક ચીજ કે પરદા ઉપર પડતી રોશનીનું તેજ તે તફાવતને જેમ જેમ વધારતા જઇએ તેમ તેમ તે તફાવતના સ્કવેર (વર્ગ)નાં પ્રમાણમાં ઓછું થતું જાય. એટલે કે એક બત્તીથી એક પદડો ધારો કે એક ફૂટને અંતરે મૂકેલો છે, અને તે વખતે તે પડદા ઉપર જે રોશની પડે તે કરતાં ૨×૨=૪ ગણી ઓછી રોશની તે તફાવતને બમણો કરવાથી પડે. જો તે તફાવતને ૪ ફીટનો કરીએં તો રોશનીનું તેજ (intensity) ૪×૪=૧૬ ગણું ઓછું થાય. માટે તફાવત બમણો કરવાથી રોશની અરધી પડે એવો વિચાર ભુલ ભરેલો છે.

રોશનીનો પ્રવાહ (Flux of Light)—રોશનીનાં કિરણો આવી Λ રીતે પડા રોકા આકારમાં રોશનીનાં મૂળ અથવા બત્તીમાંથી પડે છે. એ કિરણો સિધી લીટીઓમાં બત્તીમાંથી નિકળી જેમ જેમ વધુ આગળ વધતાં જાય છે, તેમ તેમ તે લિટીઓ એક બીજીથી દુર ફેલાતી જાય છે, જેથી જે જગ્યા ઉપર રોશની પડે તે જગ્યાનો એરીઆ અથવા ક્ષેત્રફળ વધતો જાય છે; પરંતુ રોશનીનાં કિરણોની લાઇનો દુર દુર પડવાથી રોશની ઝાંખી પડતી જાય છે. રોશનીનું તેજસ્વીપણું અથવા તિક્ષણુતા (intensity) ફુટ-કેન્ડલમાં

કહેવામાં આવે છે, જે વિષે હવે પછી સમજાવ્યું છે. એક બત્તીમાંથી રોશની જે જગ્યા ઉપર પડતી હોય તે જગ્યાનો એરીઆ અને રોશનીની તિક્ષણતાનો ગૂણાકાર કરવાથી જે મળે તે રોશનીનો પ્રવાહ અથવા ફ્લક્ષ કહેવાય છે, અને તે હમેશાં એકજ સરખો (constant) રહે છે. જેમકે ૭ કેન્ડલ પાવરની રોશની જો ૧૦ સ્કવેર ફીટ એરીઆ ઉપર પડતી હોય તો ૬×૧૦=૬૦ ફ્લક્ષ થયા. હવે તે જગ્યાથી જો બત્તી દૂર લઇ જવામાં આવે અને એરીઆ ૧૦ ફીટને બદલે ૧૫ સ્કવેર ફીટનો કરવામાં આવે તો તે જગ્યા ઉપર પડતી રોશનીનો કેન્ડલ પાવર ૪ નો થાય, કારણ કે ૧૫×૪=૬૦. એ પ્રમાણે જેમ જેમ એક જગ્યાથી બત્તી દૂર લઇ જવામાં આવે તેમ તેમ રોશની ઝાંખી પડતી જાય, પરંતુ તેનો ફ્લક્ષતો એકજ સરખો રહ્યા કરે. એ ફ્લક્ષનું માપ લ્યુમેન (lumen) થી કહેવામાં આવે છે, જે આગળ ચાલતાં સમજાવવામાં આવ્યું છે.

ફુટ કેન્ડલ (Foot-Candle)—ઉપર વર્ણવેલી એક બ્રીટીશ સ્તાન્ડર્ડ મીનબત્તી કોઇ ચીજથી એક ફુટને તફાવતે જેટલી રોશની ફેંકી શકે તેટલી રોશનીને એક ફુટ-કેન્ડલ કહેવામાં આવે છે, એ ઉપરથી જૂદાં જૂદાં કામો માટે તેમજ જૂદી જૂદી જગ્યાઓ માટે કેટલા ફુટ-કેન્ડલ રોશનીની જરૂર પડે છે તે કહી શકાય છે, જે નીચે આપ્યું છે. એની મતલબ એ છે કે જો કોઇ કામ માટે ૪ ફુટ-કેન્ડલ રોશની જોઇતી હોય તો તે કામથી ૧ ફુટને તફાવતે ૪ કેન્ડલ પાવરની બત્તી મૂકવી. હવે જો એ ૪ કેન્ડલ પાવરની બત્તી તે કામથી ધારો કે ૮ ફીટને અંતરે મૂકવામાં આવે તો તે ૮×૮=૬૪ ગણી ઓછી રોશની, એટલે ૪ કેન્ડલ પાવરના ૬૪ મા ભાગ જેટલી, એટલે માત્ર $\frac{1}{16}$ કેન્ડલ પાવર જેટલીજ રોશની આપે. માટે ૮ ફીટને અંતરે ૪ કેન્ડલ પાવર જેટલી રોશની મેળવવા માટે એવા ચાર ચાર કેન્ડલ પાવરના ૬૪ લૅમ્પ મૂકવા જોઇએ, અથવા ૬૪ કેન્ડલ પાવરના ચાર લૅમ્પ મૂકવા જોઇએ.

બીજો દાખલો લઇએ. ધારો કે એક કામ માટે ૩ ફુટ-કેન્ડલની રોશની જોઇએ છે. એટલે કે ૩ કેન્ડલ પાવરનો લૅમ્પ એક ફુટને તફાવતે મૂકતાં જેટલી રોશની મળે તેટલી. એ ત્રણ કેન્ડલ પાવરનો લૅમ્પ પાંચ ફીટની ઉંચાઇએ મૂકીએ તો ૫×૫=૨૫ ગણી ઓછી

રોશની આપે—એટલે ૠું કેન્ડલ પાવર. માટે પાંચ ફીટની ઉંચાઇથી ૩ કેન્ડલ પાવર પૂરા મેળવવા માટે એવા ત્રણ ત્રણ કેન્ડલ પાવરના ૨૫ લૅમ્પ અથવા ૭૫ કેન્ડલ પાવરનો એક લૅમ્પ, અથવા આસરે ૧૯ કેન્ડલ પાવરના ૪ લૅમ્પ વાપરવા જોઇએ. જુદી જુદી જગ્યાઓ માટે જોઇતી રોશનીના ફુટ—કેન્ડલ નીચે આપ્યા છે:—

રહેવાનાં મકાન	૧ થી ૨	ફુટ—કેન્ડલ
થીએટર	૩ થી ૫	,,
દુકાણ, આફીસ	૨ થી ૫	,,
વાંચવા લખવા માટે (ઑફીસ)	૨ થી ૪	,,
મિકેનીક શૅાપ, પાવર હાઉસ...	૨ થી ૩	,,
સ્ટોર રૂમ, ગોડાઉન ...	૧ થી ૨	,,
જીનીંગ, પ્રેસીંગ, બ્લોરૂમ...	૧ થી ૨	,,
કાર્ડીંગ અને ડ્રાઇંગ ફ્રેમ...	૨ થી ૩	,,
રોવીંગ ફ્રેમ	૩ થી ૪	,,
સ્પીનીંગ, વીવીંગ... ...	૪ થી ૫	,,
ડ્રોઇંગ આફીસ	૬ થી ૮	,,
બેડ રૂમ ડ્રેસીંગ ટેબલ ...	૩ થી ૪	,,
ડાઇનીંગ ટેબલ ...	૩ થી ૪	,,
ડ્રોઇંગ રૂમ	૨ થી ૩	,,
બબરચીખાનુ	૧ થી ૨	,,
સ્કુલ કલાસ રૂમ... ...	૫ થી ૭	,,

ફુટ કેન્ડલ રોશનીની ગણતરી નીચે પ્રમાણે કાહડી શકાય છે:—

$$E=\frac{I}{D^2}$$ E=ફુટ કેન્ડલ. I=લૅમ્પનો કેન્ડલ પાવર. D=લૅમ્પથી જમીન સુધીનો તફાવત.

દાખલો—એક ઓરડામાં ૫ ફુટ કેન્ડલની રોશની કરવી છે અને ૨૦૦ કેન્ડલ પાવરનો લૅમ્પ મુકવો છે તો તે જમીનની કેટલે ઉપર ટાંગવો?

$$D^2=\frac{I}{E}=\frac{૨૦૦}{૫}=૪૦.\quad \sqrt{૪૦}=૬.૩$$ ફીટ (જવાબ).

રોશની આપનારાં ઉત્પત્તી સ્થાનનાં તેજ (**Brilliancy of Light Sources**)—રોશની ઉત્પન્ન કરનારાં જૂદી જૂદી જાતનાં સાધનો તેઓની ફ્લેમના દર સ્કવેર ઇંચે કેટલા કેન્ડલ પાવર રોશનીનું તેજ આપે છે તે નીચે આપ્યું છે:—

સૂર્ય, બપોરે		૬૦૦૦૦૦	કે. પાવર.
ઓપન આર્કનું ક્રેતર		૨૦૦૦૦૦	,,
હાફ વૅાટ ફીલામેન્ટ	૭૦૦૦ થી	૮૦૦૦	,,
ફ્લેમ આર્ક		૫૦૦૦	,,
નર્સ્ત લૅમ્પ		૨૨૦૦	,,
ટન્ગસ્ટન	૮૭૫ થી	૧૦૦૦	,,
ટેન્ટેલમ		૭૫૦	,,
કારબન લૅમ્પ	૩૭૫ થી	૪૮૦	,,
એન્કલોઝડ આર્ક, ડી. સી. ...	૧૦૦ થી	૫૦૦	,,
,, ,, એ. સી. ...	૭૫ થી	૨૦૦	,,
એસીટીલીન ગૅસ	૭૫ થી	૧૦૦	,,
ઇન્કેન્ડસન્ટ ગૅસ	૨૦ થી	૫૦	,,
કેરોસીન ઑઇલ	૩ થી	૮	,,
ગૅસ ફ્લેમ	૩ થી	૮	,,
મીનબત્તી	૩ થી	૪	,,

લ્યુમેન (Lumen)–ઉપર આપેલા ફુટ કેન્ડલ માત્ર અજવાળાં અથવા રોશનીનું તેજ (intensity) બતાવે છે. પણ એ ઉપરથી ચોકકસ એરીઆના વિસ્તારવાળી એક જગ્યામાં કેટલા કેન્ડલ પાવરના લૅમ્પ મૂકવા તે માલમ પડતું નથી. એક ફુટ–કેન્ડલ જેટલી રોશની એક સ્કવેર ફુટ એરીઆ ઉપર પડે તે રોશનીના જથા (quantity)ને એક લ્યુમેન કહે છે. કારબન ફીલામેન્ટના લૅમ્પ એક કેન્ડલ પાવરે ૩. ૫ થી ૪ વૅાટ પાવર ખાય છે, અને એક વૅાટ દીઠ સરાસરી ૧.૫ લ્યુમેન જેટલી રોશની આપે છે. મેટલ ફીલામેન્ટના નાના પાવરના લૅમ્પ એક કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧.૧ થી ૧.૪ વૅાટ પાવર ખાય છે, અને એક વૅાટ દીઠ સરાસરી ૪ લ્યુમેન જેટલી રોશની આપે છે. જેમકે એવો એક ૫૦ કેન્ડલ પાવરનો લૅમ્પ હોય તો તે

૫૦×૧.૨=૬૦ વૉટનો કહેવાય, અને ૬૦×૪=૨૪૦ લ્યુમેનની રોશની તે આપી શકે. હવે એક લ્યુમેન એક સ્કવેર ફુટ ઉપર એક ફુટ–કેન્ડલ જેટલી રોશની નાખી શકે, તો ૨૪૦ લ્યુમેને ૨૪૦ સ્કવેર ફીટ એરીઆ ઉપર એક ફુટ–કેન્ડલનાં તેજ (intensity)ની રોશની નાખે.

દાખલો–એક મિકેનિક શૉપ ૬૦×૫૦ ફીટનાં માપની છે, અને તેમાં ૩ ફુટ–કેન્ડલનાં તેજની રોશની કરવી છે તો કેટલા કેન્ડલ પાવરના લૅમ્પ નાખવા?

૬૦×૫૦=૩૦૦૦ સ્કવેર ફીટ એરીઆ.

એક સ્કવેર ફુટ એરીઆ માટે એક ફુટ–કેન્ડલ હોય તો ૧ લ્યુમેન; માટે ૩૦૦૦×૩ ફુટ કેન્ડલ=૯૦૦૦ લ્યુમેનની રોશની તે આખા ઓરડા માટે જોઇશે.

હવે જો ૭૫ વૉટના મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પ પસંદ કરીએ તો તે દરેક લૅમ્પ ૭૫×૪=૩૦૦ લ્યુમેન રોશની (જથ્થો) આપશે.

માટે ૯૦૦૦÷૩૦૦=૩૦ લૅમ્પો પુરતા થઇ પડશે (જવાબ).

૭૫ વૉટનો લૅમ્પ, ૭૫÷૧.૨૫=આસરે ૬૦ કેન્ડલ પાવર આપશે. બજારમાં મળતા કેટલાક લૅમ્પ હાફવૉટ લૅમ્પ કહેવાય છે, એટલે તેઓને માટે એવો દાવો કરવામાં આવે છે કે તેઓ દર કેન્ડલ પાવર દીઠ માત્ર અરધો વૉટ પાવર ખાય છે. કેટલાક મોંઘા અને ઘણા સારા મેકરના ગૅસ ફીલ્ડ લૅમ્પ જ્યારે નવા હોય ત્યારે ટુંક વખતની ટેસ્ટ (test)માં આવું સારૂં પરિણામ દેખાડી શકે; પણ બજારૂ વેકયુમ કીધેલા લૅમ્પો માટે દર કેન્ડલ પાવર દીઠ સરાસરી ૧.૨૫ વૉટ ઓછામાં ઓછો પાવર ગણવો જોઇએ.

રોશનીની વેંહેંચણી (Distribution of Light)–બત્તીઓની ગોઠવણ એવી રીતે રાખવી જોઇએ કે જેથી રોશની બધે એક સરખી વહેંચાઇને પડે, અને કોઇ ઠેકાણે બત્તી આંખની સામે આવે નહી. આંખની સામે બત્તી આવવાથી આંખ થોડીક ઢકાઇ જાય છે, જેથી સામે મૂકેલી ઘણીક ચીજો બરાબર દેખાતી નથી. દુકાણો માટે આ બાબદ ઘણી અગત્યની છે, પરંતુ ઘણીક દુકાણોમાં વેચવા મૂકેલી ચીજોનો ઘણો સારો દેખાવ કરવાને બદલે માત્ર ભપકો દેખાડવા ખાતર જેમ ગમે તેમ બત્તીઓ ગોઠવી દેવામાં આવે છે.

જ્યાં બની શકે ત્યાં બત્તીઓ બને તેટલી ઉંચે ટાંગવી કે જેથી બત્તી આંખ ઉપર સીધી પડે નહી, તેમજ એક ઓરડામાં એક ઠેકાણે વધારે અને બીજે ઠેકાણે ઓછી રોશની પડે તેવી રીતે પણ બત્તીની વેંહચણી નહી કરવી જોઇએ, કારણકે તેથી જોનારને કંટાળો આવે છે.

રોશનીની વેંહચણીની બાબદમાં આજુબાજુની દિવાલો કે ચીજોનો રંગ ઘણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. દાખલા તરીકે એલ્યુમીનિઅમનાં ચલકતાં વાસણો કે સફેદ કાપડ વેચવાની દુકાણમાં બત્તીઓની જે ગોઠવણની જરૂર પડે, તે ગોઠવણ ગરમ ઘેરા રંગનું કાપડ કે રંગબેરંગી રમકડાં અથવા એવો બીજો ઘેરા રંગનો સામન વેચવાની દુકાણમાં બીલકુલ ચાલી શકે નહી. માટે એક ઓરડાના વિસ્તાર ઉપરથીજ નહી પણ તેની અંદરના રંગ વગેરે ઉપરથી પણ બત્તીઓની ગોઠવણ મુકરર કરવી જોઇએ.

લૅમ્પના વૅાટ ઉપરથી રોશનીની વેંહચણીનો સહેલ અડસટ્ટો પણ કાહડી શકાય છે. ગૅસ ફીલ્ડ લૅમ્પ સારા રીફ્લેક્ટરો સાથે દર એક સ્કવેર ફુટ જમીનના એરીઆ ઉપર લૅમ્પનાદર .૬ વૅાટ દીઠ ૪ ફુટ કેન્ડલની રોશની આપે છે; અથવા લૅમ્પનો એક વૅાટ ૭ ફુટ કેન્ડલની રોશની દર એક સ્કવૅર ફુટ ઉપર આપે છે. સાધારણ વૅકયુમ કીધેલા લૅમ્પો દર વૅાટ દીઠ દર એક ફુટ એરીઆ ઉપર ૪.૫ ફુટ કેન્ડલની રોશની નાખે છે.

દાખલો—એક ૧૫×૨૦ ફીટના ઓરડામાં ૩ ફુટ કેન્ડલની રોશની કરવી છે તો લૅમ્પોના કેટલા વૅાટ રાખવા? લૅમ્પો સાધારણ વૅકયુમ ફીલ્ડ નાખવા છે.

૧૫×૨૦=૩૦૦ સ્કવૅર ફીટ એરીઆ. ૪.૫ ફુટ કેન્ડલે ૧ વૅાટ ખપે તો ૩ ફુટ કેન્ડલે ૩÷૪.૫=.૬૬ વૅાટ.

૩૦૦×.૬૬=આસરે ૨૦૦ વૅાટ બધા લૅમ્પોના (જવાબ). એટલે એ ઓરડામાં ૨૦૦ વૅાટનો એક લૅમ્પ અથવા ૫૦ વૅાટના ચાર લૅમ્પ નાખવા.

દિવાળોનો પ્રતિબિંબ (Reflection from Walls)—એક ઓરડામાં પડતી રોશની તે ઓરડાની દિવાળો અને છત અથવા સીલીંગ (ceiling) ઉપરથી પડતા પ્રતિબીંબ અથવા રીફ્લેકશન

ઉપર ઘણો આધાર રાખે છે. જો એક ઓરડાની દિવાલોનો અને છતનો રંગ ઘેરો અથવા કાળો હોય તો દિવસના પણ તે ઓરડામાં સુર્યની રોશની ઘણી ઝાંખી પડે છે, તે જાણીતી વાત છે. જૂદી જૂદી જાતના રંગો રોશનીના પ્રતિબિંબનો પ્રકાશ કેટલો પાડે છે તે નીચે આપ્યું છેઃ—

સફેદ બ્લૉટીંગ પેપર (શાહી ચુસ કાગળ)	૮૨ ટકા
સાધારણ લખવાનાં કાગળ	૭૦ ,,
ન્યુસ પેપરનાં સફેદ કાગળ	૬૦ ,,
ઘણો ખુલ્લો બદામી રંગ	૫૭ ,,
પડીકાં વાળવાના પાતળાં ટીસ્યુ પેપર, ડબલ ...	૫૫ ,,
ખુલ્લો પિળો રંગ...	૫૦ ,,
ખુલ્લો ગુલાબી રંગ	૪૩ ,,
ખુલ્લો બ્લુ રંગ	૪૦ ,,
દેવદારી પાટિઆં...	૩૫ ,,
ઘેરો રાતો રંગ	૨૫ ,,
ઘેરો લીલો રંગ	૧૫ ,,
બ્રાઉન પેપર	૧૩ ,,
ઘેરો ચાકલેટ રંગ...	૪ ,,
કાળું કપડું...	૧ ,,
કાળી મખમલ	½ ,,

જુદા જુદા ઓરડાઓમાં રોશનીની વેંહચણી તે ઓરડામાં થતાં કામ અથવા તે ઓરડામાં રાખેલી ચીજો અને દિવાલોના રંગને અનુસરીને જુદી જુદી રીતે થવી જોઇએ. જેમકે એક સીઢી (દાદર) ઉપર જો સર્વેથી ઉપલાં પગઠિઆંને મથાળે એક બત્તી મૂકવામાં આવે તો નીચલાં પગઠિઆં ઉપર ઓળો પડવાથી તે નીચે ઉતરતાં દેખાશે નહી. માટે દાદર ઉપર હમેશાં સર્વેથી નીચલાં પગઠિઆંને મથાળે બત્તી મૂકવી જોઇએ. દિવાનખાનાં અને મુલાકાત કરવાના ઘણા મોટા ઓરડાઓમાં બત્તીની ગોઠવણ ઉંધા મુકેલા લૅમ્પથી ઘણી સારી રીતે થઇ શકે છે, કારણ કે તેનું અજવાળું સીલીંગ ઉપર પડી નીચે એકસરખુ ફેલાય છે. કેટલાકો ઇન્કેન્ડીસન્ટ લૅમ્પો એવા ઓરડાઓમાં સીલીંગ નજદીકની કૉરનીસ (cornice) અથવા કાંગરીને નાળી જેવી ઉંડી બનાવી તેમાં ઉંધા છુપાવીને મેળે છે, જેથી અજવાળું સફેદ સીલીંગ

અથવા છત ઉપર પડી નીચે ભોંય ઉપર પંથરાય છે, જેની અસર ઘણી મનોરંજક લાગે છે.

એક સાધારણ કદના નાનાં (આસરે ૨૦×૨૦ ફીટ) નાં દિવાનખાનામાં ૨૫ કેન્ડલ પાવરની ચાર બત્તીઓ પુરતી થઇ પડે છે, જે ગમે તો ઝુલતી અથવા તો બ્રેકેટો ઉપર ટાંગવામાં આવે છે. નાના જમવાના ઓરડામાં એવી બે બત્તીઓ જમવાની ટેબલ ઉપર ટાંગી હોય તો પુરતું અજવાળું મળે છે. સુવાના ઓરડામાં માત્ર એકજ બત્તી પુરતી ધારવામાં આવે છે, જે બનતાં સુધી એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે ડ્રેસીંગ ટેબલ આગળ પોશાક બદલતાં પુરતી સગવડ મળે. નાહવાના ઓરડામાં આઠ કે દશ કેન્ડલપાવરનો એક લૅમ્પ બસ થશે. લખવાની ટેબલ ઉપર લખનારના ડાબા હાથ ઉપર એક બત્તી જરૂર જોઇએ, તેમજ પીઆનો (piano) વાજીંત્ર માટે એક ખાસ જુદી બત્તીની જરૂર પડે છે. યાદ રાખવું કે મોટા કેન્ડલપાવરનો એક લૅમ્પ વાપરવાને બદલે તેટલાજ સામટા કેન્ડલપાવરના નાના નાના અનેક લૅમ્પ વાપરવાથી રોશનીની અસર ઘણી મનપસંદ થાય છે.

સંતોશકારક રોશની એવી રીતે થઇ શકે કે તેથી આંખ્યોને અગવડતા લાગે નહી. આપણી આંખ્યો સુર્યની રોશનીને અનુસરીને કેળવાયલી હોય છે, જે રોશની દિવસના બધે એક સરખી પંથરાઇને પડતી હોવાથી આપણી આંખ્યોને અગવડ ભરેલી થતી નથી. તેજ પ્રમાણે ઇલેક્ટ્રીક લાઇટની રોશની આંખ્યો સામે નહી આવે તેવી રીતે બધે એક સરખી પંથરાઇને પડવી જોઇએ. એ માટે એક ઓરડામાં વચ્ચે ૨૦૦ કેન્ડલ પાવરનો એક લૅમ્પ ગોઠવવાને બદલે નાના નાના સંખ્યા બંધ લૅમ્પો સગવડ ભરેલી જગ્યાએ ગોઠવીને તેઓની સામટી રોશનીના ૨૦૦ કેન્ડલ પાવર એક સરખા પાંથરવામાં આવે તો આંખ્યો ઉપર બિન અનુકુળ ખેંચાણ પડતું નથી.

વરન્ડા (Verandah) અથવા બંગલા અથવા ઘરના ઓટલા ઉપર માત્ર ફ્લેક્ષીબલ તારો ઉપર બત્તી લટકાવવી નહી, પણ લોખંડના સળિઆ અથવા પાઇપ સાથે લટકાવવી, જેથી પવન અને તોફાનથી બત્તાઓ હાલીને ભાંગી જાય નહી.

જમવાના ઓરડા (Dining Room) માં ઉપર નીચે ચહડ ઉતર કરી શકે તેવી બત્તીઓ લગાડવી જોઇએ, જેઓનાં શેડો પણ મોટાં અને પોહળાં હોવાં જોઇએ. એ ઉપરાંત મોટા ઓરડાઓમાં ઘટતે ઠેકાણે કેટલાંક વૉલ બ્રેકેટો પણ લગાડવામાં આવે છે; પણ જમવાની ટેબલ ઉપરજ રોશની સીધી પડે અને કશો ઓછો નહી પડે તેવી રીતે રોશથીની વેંહચણી કરવી જોઇએ.

દિવાનખાના (Drawing Room) માં બત્તીઓની ગોઠવણ ઘણી રીતે થઇ શકે છે. બનતાં સુધી બતી આંખ ઉપર નહિ પડે અને બધી જગાએ એક સરખી વેંહચાઇને પડે તેવી ગોઠવણ થવી જોઇએ. ભભુકદાર બતીઓ લગાડી તે ઉપર પાછળથી રેશમી શેડો ઢાંકવાને બદલે બતીઓ આંખથી દુર રાખી તેઓની રોશની ઉપરની સીલીંગ ઉપર પડી તે પાછી જમીન ઉપર સરખી પંથરાઇને પડે તેવી રીતની ગોઠવણ વધારે સારી થઇ પડે છે. એ માટે અર્ધ પારદર્શક અથવા પૂરા બેહરા કાચના ફ્રૅાસ્ટેડ (frosted) શેડો અને લેમ્પો ઘણી જાતના મળે છે.

સુવાના ઓરડા (Bed Room) માં ડ્રેસીંગ ટેબલ ઉપર ચહડ ઉતર કરી શકે તેવો લેમ્પ રાખવો જોઇએ. તેમજ સગવડ પડતી જગાએ બીજો લેમ્પ રાખી તેની સ્વીચ કેટલેક ઠેકાણે પલંગ ઉપર રાખવામાં આવે છે, જેથી સુતાં સુતાંજ બત્તી સળગાવી કે બુજાવી શકાય.

રાંધણી (Kitchen) માં ફ્લેક્ષીબલ વાયર ઉપર બત્તી નહી ટાંગતાં લોખંડના રૅાડ કે પાઇપ સાથે ટાંગવી જોઇએ, કારણ કે ધુમાડાથી ફ્લેક્ષીબલ વાયર ખવાઇ જાય છે. નહી તો દિવાલ ઉપર બ્રેકેટો જડવાં.

ઑફીસ (Office) માં બત્તીઓની ગોઠવણ એવી રીતે રાખવી જોઇએ કે જેથી જ્યારે કોઇ તેબલ એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે ખસેડવામાં આવે ત્યારે તે ઉપરની બત્તી ખસેડવી પડે નહી. એટલા માટે ઘણા પાવરના લેમ્પો ઉંચે ટાંગી તેની રોશની એક સરખી જો આખા ઓરડામાં પાંથરવામાં આવે તો પછી બધી જગાએ એક સરખી રોશની પથરાઇને પડે. જ્યારે કોઇ તેબલ ખસેડવામાં આવે ત્યારે

તેની બત્તીનો ફ્લેક્ષીબલ પાવર શીલીંગ ઉપરના કોઇ ઘોખંડના હુકમાં ભેરવીને બત્તીની જગા ખસેડવાની રીત વાંધા ભરેલી છે. લખવાની ટેબલ ઉપર લખનારના ડાબા હાથ ઉપરથી રોશની પડે તો લખનારને લખવામાં ઘણી સગવડ મળે છે, અને હાથનો ઓળો કાગળ ઉપર પડતો નથી.

૧૬ કેનડલ પાવરની બતીઓ ૭ થી ૮ ફીટ ઉંચાઇએ ટાંગવામાં આવે છે. ૭ ફીટની ઉંચાઇએ એવો લેમ્પ ૭૦ સ્કવેર ફીટ, અને ૮ ફીટની ઉંચાંઇએ ૫૦ સ્કવેર ફીટ જમીન ઉપર ઠીક રોશની ફેંકી શકે છે. ૧૬ કેનડલ પાવરનો એક લેમ્પ ૭ ફીટની ઉંચાઇએ ટાંગતાં જૂદી જુદી જગ્યાઓ માટે નીચે પ્રમાણેનો એરીઆ ગણતરીમાં લેવો :—

ઑફીસ અથવા વાંચવા લખવાના ઓરડા માટે...	૫૦	ચોરસ	ફીટ.
મીલો માટે	૬૦	,,	,,
સાધારણ ફેકટરીઓ માટે	૧૦૦	,,	,,
દિવાનખાના માટે	૧૦૦	,,	,,
જમવાના ઓરડા માટે	૧૫૦	,,	,,
સુવાના ઓરડા માટે	૨૦૦	,,	,,
વરન્ડા અને ગલીઓ માટે	૨૦૦	,,	,,
ગોડાઉન અને સ્ટોર્સ માટે	૨૫૦	,,	,,

ઘણી ભભુકદાર રોશની માટે દર બે સ્કવેર ફીટ દીઠ એક કેન્ડલ પાવર, મધ્યમ રોશની માટે ત્રણ સ્કવેર ફીટ દીઠ એક કેન્ડલ પાવર, અને સાધારણ ધીમી રોશની માટે પાંચ સ્કવેર ફીટ એરીઆ દીઠ એક કેન્ડલ પાવરની ગણતરી રાખવામાં આવે છે. આ ગણતરી ૧૨ થી ૧૫ ફીટ ઉંચા ઓરડાઓ માટે છે. ઘણાં ઉંચા દિવાનખાનાં અને હૉલ માટે તથા ઘણી ભભુકદાર રોશની માટે દર ૩૦ કયુબીક ફીટ દીઠ એક કેન્ડલ પાવર, મધ્યમ રોશની માટે ૫૦ કયુબીક ફીટ દીઠ એક કેન્ડલ પાવર, અને સાધારણ ધીમી રોશની માટે ૮૦ કયુબીક ફીટ દીઠ એક કેન્ડલ પાવરની ગણતરી રાખવામાં આવે છે.

કાચના-ગ્લોબ (Glass Globes)—પારદર્શક કાચનો ગ્લોબ વગર ગ્લોબની બતી કરતાં સેંકડે ૫ થી ૧૦ ટકા ઓછી રોશની આપે છે. પાતળા ગ્રાંઉન્ડ (ભેહરા) (frosted) ગ્લાસનો ગ્લોબ ૨૦ થી ૩૦ ટકા, જાડા ગ્રાંઉન્ડ ગ્લાસનો ગ્લોબ ૫૦ ટકા, અને સફેદ દુધ્યા રંગનો ઓપાલ (opal) ગ્લોબ કાચની જાડાઇનાં પ્રમાણમાં ૨૦ થી ૪૦ ટકા ઓછી રોશની આપે છે. કારબન કરતાં મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પની ટેમ્પરેચર ઘણી વધારે રહે છે. માટે તેની રોશની ઘણીજ તેજ ઝળકાટવાળી હોવાથી ઉઘાડા શેડ કે ગ્લોબ વગરના લૅમ્પ આંખને ખરાબ કરે છે. ઘણાક લૅમ્પોના પોતાના ગ્લોબ ઝાંખા કીધેલા ફ્રૅાસ્ટેડ આવે છે, જ્યારે કેટલાક લૅમ્પોમાં ગ્લોબનો નીચલોજ અર્ધ ભાગ ફ્રૅાસ્ટેડ કીધેલો હોય છે. પણ સાદા લૅમ્પને ઓથો કરવા માટે જુદા અલાહેદા શેડ (shade) અથવા ગ્લોબ પણ વપરાય છે, જે ઘણી જાતના અને તરાહના આવે છે. એવાં શેડોના કાચની તરાહ (design) એવી રીતે કીધેલી હોય છે કે રોશની ઘણી સારી રીતે બધે પંથરાઇને એક સરખી ફેલાય, અને આંખને થાકવી નાખે નહી. એ શેડો અથવા ગ્લોબ વાપર્યાથી રોશનીનું તેજ (intensity) ઓછું થાય છે ખરૂં, અને તે માટે વધારે કેન્ડલ પાવરના લૅમ્પો વાપરવા પડે છે, પરંતુ રોશની ઘણી રમણીય લાગે છે. જ્યાં રોશની આજુબાજુ ફેલાવાને બદલે એકજ ઠેકાણે ઘણી તેજદાર નાખવી હોય, (જેમકે કોઇ લખવાની મેજ કે કોઇ મશીન ઉપર) ત્યાં આવા ⌃ આકારના રીફ્લેકટર વપરાય છે. મોટાં દિવાનખાનાઓમાં અને દુકાનોમાં ◡ આવા આકારના દુધ્યા રંગના કે ભેહરા કાચના શેડ વાપરીને તેમાં નાના ત્રણ લૅમ્પનો ઝુમખો છુપાવવામાં આવે છે, જેથી રોશની બધે પંથરાઇને એક સરખી પડે છે, અને તે આંખ ઉપર આવતી નથી. જ્યારે લૅમ્પ ઉપર ગ્લોબ ઢાંકવામાં આવે ત્યારે એ ગ્લોબમાં માટી ભરાઇને રોશનીની અસર ઓછી નહી કરી નાખે તે માટે સંભાળ લેવાની જરૂર છે.

રીફ્લેકટરો (Reflectors)—લૅમ્પની રોશની બધી બાજુએ એક સરખી પાંથરવા માટે ઘણું ખરૂં ત્રણ જાતના રીફ્લેકટરો વપરાય છે. એક્ષટેન્સીવ (extensive) જાતના રીફ્લેકટરો ઘણા ખરી

સપાટ અથવા ફ્લેટ સપાટીના હોય છે, જેઓની વચ્ચે લૅમ્પ ટાંગવામાં આવે છે, અને લૅમ્પ ઉપર ગ્લોબ પણ ઢાંકવામાં આવે છે. એ જાતના રીફ્લેકટરો રોશનીને મોટા વિસ્તારમાં એક સરખી પાથરવા માટે વપરાય છે. બીજી જાતના ઇન્ટેન્સીવ (intensive) રીફ્લેકટરોના ઉપલા શેડ આવા ⌃ થોડાં સ્લોપ કરેલાં આવે છે, જે ઘણા ખરાં કારખાનાઓ અને ઓફીસોમાં વપરાય છે. એ રીફ્લેકટરો થોડા વિસ્તારમાં ઘણી રોશની ફેંકે છે. ત્રીજી જાતનાં ફોકસીંગ (focussing) રીફ્લેકટરો જ્યાં ઘણું બારીક કામ થતું હોય અને થોડીજ જગ્યા ઉપર બધી રોશની નાખવી હોય ત્યાં વપરાય છે. એવા રીફ્લેકટરો આવા ∧ વધારે સ્લોપવાળાં હોય છે. એક્ષટેન્સીવ રીફ્લેકટરોની રોશની ઓરડાની વચ્ચે લગાર ઓછી અને આજુબાજુ વધુ ફેલાઇને આરી રીતે ⌒ પડે છે; અને એ રીફ્લેકટરો જે ઓરડાનું છત અથવા સીલીંગ નીચી હોય ત્યાં વાપરવામાં આવે છે. ઇન્ટેન્સીવ રીફ્લેકટરો ઉંચી સીલીંગવાળા ઓરડાઓ માટે વપરાયછે. એ રીફ્લેક· ટરોની રોશની બધે એક સરખી પંથરાઇને વચ્ચે લગાર વધુ અને આજુબાજુ લગાર ઓછી આવી રીતે ◡ પંથરાઇને પડે છે, અને જો સારી સમજદારીથી લૅમ્પોની વેંચણી કીધી હાેવ તો બધે એકજ સરખી રોશની મલી શકે છે. ઘણી ઉંચી સીલીંગો માટે, તેમજ કોઇ લખવા વાંચવા કે કામ કરવાની ટેબલ ઉપર ઘણી તેજસ્વિ રોશની નાખવા માટે ફોકસીંગ રીફ્લેકટરો વપરાય છે, જેઓની રોશની આવી રીતે U એકજ ઠેકાણે વધુ અને આજુ બાજુ ઘણી થોડી પડે છે.

પ્રકરણ—૯.

ઇલેકટ્રીક લાઇટ અને પંખા.

ELECTRIC LIGHT AND FANS.

ઇલેકટ્રીક લાઇટ (Electric Light) એવી રીતે કરી શકાય છે કે જેથી તે સૂર્યની રોશનીને ઘણીક રીતે લગભગ મળતી આવે—એટલે કે રોશની જોઇએ તેટલી ભભકદાર મેળવવા સાથે તેની મદદથી કોઇ ચીજનો રંગ તપાસતાં તે રંગમાં ફરક માલમ પડે નહિ, અને એકજ રંગની જૂદી જૂદી છાયા (shade) વચ્ચેનો

બારીક તફાવત પણ જોઇ શકાય. ઘણાક તેલ અને ગૅસના દીવાનાં અજવાળાંમાં રંગનો પાસ અથવા શેડ બરાબર પારખી શકાતો નથી. એક નમુનેદાર (ideal) હસ્તકૃત રોશનીમાં નીચલા ગુણો હોવા જોઇએ:-સલામતી, સસ્તી, હવા સ્વચ્છ રાખનારી, એકસરખી, ભરોસેદાર, સૂર્યની રોશનીને મળતી આવતી, વેંહચણી કરવામાં સગવડ ભરેલી, ઠંડી, દૂરથી પણ કાબુમાં રાખી શકાય તેવી, અને શોભા ભરેલી.

સલામતી (Safety) ની બાબદમાં ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ ઘણી ચઢીયાતી ગણાય છે, કારણ કે એના ઇન્કેન્ડીસન્ટ ગ્લોબ (globe) લૅમ્પો તદન બંધ કાચના દડાના બનાવેલા હોવાથી એનું બળતું ખુલ્લી હવામાં રહેતું નથી, અને કોઇ ચીજના સંબંધમાં આવતું નથી; જ્યારે બીજી ઘણી જાતના દીવાઓની જોત ખુલ્લી રહે છે. જે ઠેકાણે હવામાં સળગી ઉઠે તેવા પદાર્થનો કચરો ઉડતો હોય તે ઠેકાણે ખુલ્લી જોતવાળી બત્તીઓ રાખવા દેવામાં આવતી નથી; પણ ઇલેક્ટ્રીક લાઇટના ગ્લોબ ત્યાં સલામતી સાથ વાપરી શકાય છે. એને સળગાવવા કાંડી કે મસાલની જરૂર પડતી નથી, અને જ્યારે ગ્લોબ ભાંગી જાય છે ત્યારે બત્તી બુજાઇ જાય છે.

ખરચ (Cost) ની બાબદમાં ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ બીજી ઘણીક જાતની બત્તીઓ કરતાં સસ્તી પડે છે તે આગળ જતાં સમજાવવામાં આવ્યું છે, અને એની સગવડ ધ્યાનમાં લેતાં બીજી જાતની બત્તીઓ સાથની સરખામણીમાં એનો ખરચ ઓછો ગણાવો જોઇએ.

હવા સાફ રાખવાની (Hygienic) બાબદમાં એ લાઇટ બીજી બત્તીઓ કરતાં ઘણી ચઢીયાતી છે, કારણ કે તદન બંધિઆર કાચના ગ્લોબને લીધે એનાથી હવા મૂદલ બિગડતી નથી, અને હવામાં ધુમાડો, ખરાબ ગૅસ કે વાસ ફેલાતો નથી.

એક સરખાં તેજ (Steadiness) ની બાબદમાં પણ ઇલે-ક્ટ્રીક લાઇટ તેલ અને ગૅસના દીવા કરતાં વધારે શ્રેષ્ટ છે, કારણ કે દીવાઓ પેઠે એ હવાને લીધે હાલ્યા કરતી નથી, પણ એક સરખાં તેજની રોશની આપે છે. જો વિજળી ઉત્પન્ન કરનારાં એનજીનની ચાલ ઘણી અનિઅમીત હોય તોજ વિજળીની રોશની હાલ્યા કરે છે.

ભરોસેદારી (Reliability) ની બાબદમાં પણ ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ ઉત્તમ છે કારણુ કે હવે દુનિઆનાં દરેક અગત્યનાં શહેરમાં એ દાખલ થઇ ચૂકી છે.

સૂર્યની રોશની (Sun Light) ને મળતી થવા માટ એક હસ્તકૃત રોશનીમા સુર્યની રોશનીના બધા રંગો આમેજ હોવા જોઇએ. સુર્યની રોશની સાત મૂખ્ય રંગોની બનેલી હોય છે:— જાંબુડો, ગુલાબી, આસમાની, લીલો, પીળો, નારંગિઓ, અને રાતો. ઝાડનું એક પાંદડું લીલું દેખાય છે તેનું કારણ એ હોય છે કે સુર્યની રોશની માહેલા લીલા સિવાય બીજા બધા રંગો તે ચુશી લીએ છે, અને માત્ર લીલોજ રંગ ચૂશાતો (absorbed) થતો નહી હોવાથી તે દેખાઇ આવે છે. ઇલેકટ્રીક લાઇટ સૂર્યની રોશનીને એવી બાબદમાં કેટલીક રીતે મળતી આવે છે, અને એની રોશનીમાં રંગની પરીક્ષા કરવાનું ઘણું મુશકેલ માલમ પડતું નથી, કે જેવું ગૅસ અને તેલની બત્તીની રોશનીમાં હોય છે.

વેંહચણી (Distribution) કરવામાં સગવડ આપનારી રોશની ખચ્ચીત ઇલેકટ્રીક લાઇટ છે, કારણુ કે માત્ર તારોનાં જોડાણની મદદથી તે ગમે તેવી અગવડ ભરેલી જગ્યામાં પણ મૂકી શકાય છે અને તેની વેંહચણી માંગો તેવી રીતે સગવડ અને સલામતી સાથ કરી શકાય છે.

ઠંડક (Coolness) ની બાબદમાં પણ ઇલેકટ્રીક લાઇટ બીજી જાતની લાઇટ કરતાં ચઢિયાતી છે, કારણુ કે એમાંથી મળતી રોશનીનાં પ્રમાણમાં એમાંથી નિકળતી ગરમી ઓછી હોય છે. ખાસ કરી ઇન્કેન્ડીસન્ટ ગ્લો લૅમ્પો ઓરડાની ગરમીમા ઘણો વધારો કરતા નથી.

કાબુ (Control) ની બાબદમાં ઇલેકટ્રીક લાઇટ જેવી સગવડ ભરેલી બીજી કોઇ લાઇટ નથી, કારણુ કે ગમે તેટલે તફાવતેથી—માઇલોના તફાવતેથી પણુ—તે ઉપર કાબુ રાખી શકાય છે.

શોભા (Decoration) ની બાબદમાં સગવડ આપનારી જેવી ઇલેકટ્રીક લાઇટ છે તેવી ભાગ્યેજ બીજી કોઇ હશે. એની હાલતી ચાલતી આકૃતીઓ ઉપરાંત તરેહવાર આકારનાં તોરણો, ઝુમરો અને ખેંચાણકારક ચીજો બનાવી શકાય છે.

ઇલેકટ્રીક લાઇટનો ખરચ (Cost of Electric Light)—કેરોસીન ઑઇલની બત્તી સાથ સરખાવતાં અલબતાં ઇલેકટ્રીક લાઇટનો ખરચ મોંઘો પડે, પણ ઇલેકટ્રીક લાઇટના ફાયદાઓ અને સગવડો આગળ કેરોસીન ઑઇલની બત્તી કુચ્છ બિસાદમાં નથી. માટે ખરચનો મુકાબલો કરતી વખતે એ બાબદો ધ્યાનમાં લેવી જોઇએ.

જે લેમ્પો વાપર્યા હોય તેમાં ખપતા વૉટ જો માલુમ હોય તો ઇલેકટ્રીક લાઇટમાં ખપતા યુનીટ ગણી કાહડવાનું કામ મુશ્કેલ નથી: ઘણા મેકરો પોતાના લૅમ્પમાં ખપતા વૉટ પોતાના લૅમ્પ ઉપર જણાવે છે, પણ સાધારણ ગણતરી માટે મેટલ ફીલામેન્ટના લૅમ્પ માટે દર કેન્ડલપાવર દીઠ ૧.૨૫ વૉટ અને કારબન ફીલામેન્ટના લૅમ્પ માટે ૩.૫ વૉટ ગણતરીમાં લેવા. હવે ધારો કે એક ઘરમાં વપરાતા લૅમ્પોનો સામટો કેન્ડલ પાવર ૪૦૦ થાય છે, અને મેટલ ફીલામેન્ટના લૅમ્પો નાખેલા છે, તો ૪૦૦×૧.૨૫=૫૦૦ વૉટ થયા. એ લૅમ્પો બધાજ આખો વખત સળગેલા રાખવામાં આવતા નથી; સરેરાસ દરરોજ બે કલાક બધા લૅમ્પો બળવાની રાસ લઇએ તો ૫૦૦×૨=૧૦૦૦ વાટ દરરોજના અને ૧૦૦૦×૩૦=૩૦૦૦૦ વૉટ અથવા ૩૦ કીલો વૉટ અથવા ઇલેકટ્રીક યુનીટ દર મહીનાના થયા. જો ઇલેટ્રીકલ યુનીટ દીઠ કરન્ટનો ભાવ ૪ આના હોય તો એ ૩૦ યુનીટના રૂ. ૭–૮–૦ દર મહીને થવા જાય. ઇલેકટ્રીક લાઇટ, પંખા વગેરે માટે ખપતી વિજળી મીટરથી માપીને આપવામાં આવે છે, જેથી એના ખરચ ઉપર ઘટતો અંકુશ રાખી શકાય છે. મોટાં શેહરોમાં ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપનીઓ લાઇટ માટે તેમજ પાવર માટે જૂદા જૂદા ભાવે વિજળી આપે છે. અને લાઇટ માટેના ભાવ કરતાં પાવર માટેનો ભાવ હમેશાં ઓછો હોય છે, એટલુંજ નહી પણ જેમ જેમ પાવર વધુ વાપરવામાં આવે તેમ તેમ ભાવ પણ ઓછો કરવામાં આવે છે.

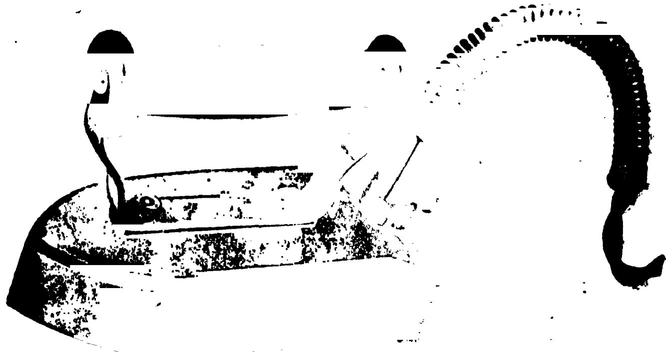
આર્ક લૅમ્પનો ખરચ (Cost of Arc-Lamp Light)—ઉપર આપેલી ગણતરી માત્ર ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પની લાઇટ માટે છે, જેઓ ઘરો, બંગલાઓ, હોટેલો વગેરે માટે પુશકલ મોટા જથ્થામાં વપરાય છે. પણ મોટી નાટકશાળાઓ, દુકાનો, રેલવે સ્ટેશનો અને બીજી જાહેર જગાઓ માટે ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પની લાઇટ લગાર મોંઘી

પડે છે, કારણ કે રોશની સાથ રોશની સરખાવતાં ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પો કરતાં આર્ક લૅમ્પો ઓછો પાવર ખાય છે. આર્ક લૅમ્પો અગાઉ ઘણા મોટા પાવરના આવતા હોવાથી તેઓને ઘણે ઉંચે ટાંગવા પડતા હતા, માટે જ્યાં ઓરડાની સીલીંગ અથવા છત ઘણે ઉંચે નહી હોય ત્યાં આર્ક લૅમ્પ વપરાતા નહી હતા, પરંતુ હમણા ઓછા પાવરના (૫ ઍમ્પીઅરના) આર્ક લૅમ્પ બનાવવામાં આવે છે, જેઓને જમીનથી ૯ થી ૧૬ ફીટની ઉંચાઇએ ટાંગી શકાય છે. એવા લૅમ્પ ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પો કરતાં માત્ર અરધોજ પાવર ખાય છે. દાખલા તરીકે ૬૦૦ કેન્ડલ પાવરના મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પો હોય તો દર કેન્ડલ પાવર દીઠ સવા વૅાટ પાવર ગણતાં તેઓ દર કલાકે ૭૫૦ વૅાટ અથવા ¾ યુનીટ પાવર ખાય. હવે ૬૦૦ કેન્ડલ પાવરનો એક આર્ક લૅમ્પ દર કેન્ડલ દીઠ દર કલાકે .૬૧ વૅાટ પાવર ખાય છે, માટે જુમલે ૩૬૬ વૅાટ અથવા લગભગ ⅓ યુનીટ પાવર ખાશે.

ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ સાથે આર્ક લૅમ્પની સરખામણી

કરતાં એટલું ધ્યાનમાં રાખવું કે જ્યારે ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પોનો ચાલુ ખરચ કશો હોતો નથી, ત્યારે આર્ક લૅમ્પોમાં દર ૨૦ કે ૨૫ કલાકે કારબનની લાકડીઓ બદલવી પડે છે. દર હજાર કલાકે કારબનનો ખરચ દર લૅમ્પ દીઠ આસરે રૂ. પાંચ થી ૭ આવે છે. ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પની જીંદગી જો કે ૧૦૦૦ કલાકની કહેવામાં આવે છે, તોપણ ૫૦૦–૬૦૦ કલાક ચાલવા પછી લૅમ્પો ઝાંખા પડે છે, અથવા કાંઇ ધકકો લાગતાં બળી જાય છે માટે બદલવા પડે છે. ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પોમાંથી જ્યારે કશીબી બળતણની ગૅસ નિકળતી નથી, ત્યારે આર્ક લૅમ્પોમાંથી ગૅસ નિકળે છે, જેથી આર્ક લૅમ્પો માટે ઓરડામાં હવાનો આવજાવ (**ventilation**) સારો રાખવો જોઇએ. ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ આસરે ૫૦ કેન્ડલ પાવરનો જો ૧૦૦૦ કલાક પણ ચાલે તો તે બદલવાનો લૅમ્પ દીઠ ખરચ આસરે રૂ. એક આવે; માટે ૬૦૦ કેન્ડલ પાવર માટે ૧૨ એવા લૅમ્પો બદલવાનો ખરચ રૂ. ૧૨ આવે. ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પો હવે મોટા પાવરના પણ મળી શકતા હોવાથી ધીમે ધીમે આર્ક લૅમ્પોનો વપરાસ હવે બંધ થતો જાય છે, કારણ કે આર્ક લૅમ્પમાં સાંચા કામ હોવાથી તેઓને રીપેર કરવા પાછળ ચાલુ ધ્યાન આપવું પડે છે, પણ ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ

એકવાર નાખ્યા પછી તેની ઉપર કશું પણ ધ્યાન આપવું પડતું નથી. કોઇ જગ્યાએ બે ત્રણ હજાર કેન્ડલ પાવરનો એક મોટો આર્ક લૅમ્પ નાખવાને બદલે હવે સંખ્યાબંધ નાના નાના ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પો નાખી રોશની કરવાનું કામ વધારે શુશોભીત, સગવડ અને સલામતી ભરેલું ધારવામાં આવે છે. ઇન્કેન્ડેસન્ટ ગૅસ ફીલ્ડ લૅમ્પો દર કેન્ડલ પાવર દીઠ જેટલા વૅાટ પાવર ખાય છે તેટલાજ વૅાટ આર્ક લૅમ્પ પણ ખાય છે.



ચિત્ર ના૦ ૪૧

ઇલેક્ટ્રીક આયર્ન (ધોબીની ઇસ્રી).

ઇલેક્ટ્રીક હીટીંગ (Electric Heating)—વિજળીની મદદથી ગરમ કરવાનું અને ભોજન પકાવવાનું ઘણુંજ સગવડ ભરેલું અને ભરોસો રાખવા લાયક થઇ પડે છે, અને લાકડાં અથવા કોલસાના ખરચ કરતાં એમાં કાંઇક વધુ ખરચ લાગે છે, પણ જો બાવરચી અથવા પકાવનાર પોતે સંભાળથી વિજળીનો કરન્ટ વાપરે તો સારી કરકસરથી તે વાપરી શકાય છે, અને એથી પકાવેલું ભોજન વધારે સારૂં અને સ્વાદીસ્ટ થઇ શકે છે, કારણ કે એથી ધુમાડાની પીડા થતી નથી. વળી રસોડું અથવા બાવરચીખાનું વધારે સ્વચ્છ રાખી શકાય છે અને દિવાલો અને જમીન ઉપર મેંશના પોપડા અને કાળો રંગ જોવામાં આવતાં નથી. એ માટે વપરાતા ચૂલા (stove) અથવા ભઠ્ઠી (oven) ની પસંદગી સંભાળથી થવી જોઇએ. પાણી ગરમ કરવાના બૉઇલરો અને કીટલીઓ પણ વીજળીની મળી શકે છે, જે ઘણુંજ સગવડ ભરેલાં થઇ પડે છે, કારણ કે જ્યાં જોઇએ ત્યાં મૂકી શકાય છે અને તેથી ઓરડામાં જરાએ ધુમાડાની પીડા થતી

નથી અને માંગો ત્યારે ગરમ પાણી મળી શકે છે. લુગડાંને ઇસ્ત્રી કરવાની વિજળીક અસતરીઓ હવે ઘણી વપરાવા લાગી છે, તેમજ ઠંડા મુલકોમાં ઓરડા ગરમ કરવા, સુકાવા વગેરેના કામ માટે વિજળીક ભઠ્ઠીઓ સાધારણ થઇ પડી છે. વળી વિજળીની મદદથી ધાતુ પિગળાવવાની ભઠ્ઠીઓ પણ ઘણે ઠેકાણે વપરાવા લાગી છે. વિજળીથી ઓરડા ગરમ કરવા માટે બે જાતનાં હીટરો વપરાય છે. એક જાતમાં ટ્યુબ જેવા કારબન ફીલામેન્ટના ૨૫૦ વૉટના કેટલાક લૅમ્પો બહેરા અથવા ઘસેલા કાચના વપરાય છે, જે લૅમ્પોની ગરમીથી હીટર ગરમ થઇ ઓરડામાં ગરમી રાખે છે. બીજામાં રીઝીસ્ટન્સ વાયરવાળાં રેડીએટરો વપરાય છે, જેના તાર લાલચોળ ગરમ થઇને હીટરને ગરમ રાખે છે.

વેક્યુમ ક્લીનીંગ (Vacuum Cleaning)—આ યંત્રથી ઘરમાં વિજળીની મદદથી ઝાડુ કાઢડી શકાય છે એટલુંજ નહી પણ દરેક ચીજ સાફ રાખી શકાય છે. સાધારણ ઝાડુ કાઢડતી વખતે ઓરડામાંની ધુળ ઉડીને પાછી ઓરડામાં મૂકેલાં ફરનીચર ઉપર પડે છે તેમ આમાં થતું નથી, પરંતુ બધી ધૂળ કચરો એક બંધ વાસણમાં ઝીલીને તે બાહેર કાઢડી નાખી શકાય છે, અને હાથનાં કામ કરતાં વધારે સફાઇ ભરેલું અને ઝડપથી કામ થઇ શકે છે. એ માટે દરેક ઓરડામાં એક વૉલપ્લગ રાખવામાં આવે છે, જેમાં આ યંત્રને લઇ જઇ તેનો ફ્લેક્ષીબલ વાયર ખોસ્તાંજ તે ચાલુ કરી શકાય છે. એમાં એક હવાનો પમ્પ હોય છે, જે હવા ચુસ્તો હોવાથી તેની સાથે ધુળ અને કચરો પણ ચુશી લીએ છે, અને એક બૉક્ષમાં એકઠો કરે છે. એ પમ્પ એક નાના ઇલેક્ટ્રીક મોટરથી ચાલે છે.

ઇલેક્ટ્રીક ફેન (Electric Fan) યાને વિજળીના પંખા તો આપણા દેશમાં આશીર્વાદ રૂપ થઇ પડયા છે. નાના ઓરડામાં સીલીંગ ઉપર ટાંગવાના ફેન કરતાં ટેબલ ઉપર રાખવાંના ફેન ઘણી વખત વધારે સગવડ ભરેલા થઇ પડે છે, જેઓ ચોતરફ ફરીને પણ હવા નાખી શકે છે. સીલીંગનો પંખો લગાડી તે સાથે સીલીંગ રોઝ ઉપરથી ફ્લેક્ષીબલ વાયર જોડવાની રીત સારી નથી. એ માટેનો કન્ડકટર સીલીંગ ઉપર લઇ જઇ ત્યાંથી કનેકટર મારફતે ૩–૨૨ ના નંબરનો તાર જોડી તે પંખાના ટરમીનલ સાથે જોડવાની રીત વધારે

સારી છે. ફ્લેક્ષીબલ વાયર પંખા સાથે લગાડવાથી તેનું ઇન્સ્યુલેશન થોડા વખતમાં ખવાઇ જાય છે. બૉલ બેરીંગવાળા પંખાઓ આ દેશમાં વધારે સારૂં કામ કરે છે, કારણ કે તેઓમાં ઘડી ઘડી તેલ પૂરવું પડતું નથી.

સીલીંગ ફેન (Ceiling Fan)—છત અથવા સીલીંગને લગાડવાના ઇલેકટ્રીક પંખાઓના મોટર ત્રણ જાતના બનાવવામાં આવે છે. તોટલી એન્કલોઝડ, સેમી એન્કલોઝડ, અને એન્કલોઝડ-વેન્ટીલેટેડ. જ્યાં ધૂળ કચરો વગેરે ઉડવાનો ઘણો સંભવ હોય ત્યાં આખો બંધ કીધેલો (totally enclosed) મોટર પસંદ કરવામાં આવે છે, પણ એ મોટર લાંબો વખત ચાલુ રહેવાથી ગરમ થવાનો સંભવ રહે છે, અને જ્યાં હવાની આવજાવ વધુ હોય ત્યાં મૂકવા માટે એ ઠીક પડે છે. એમાં મોટરને મથાળે તેમજ તળીએ તદન બંધ્યાર કવર હોય છે. સેમી એન્કલોઝડ (semi enclosed) કવરમાં મથાળે બંધિઆર અને તળિએ હવા જવાના છીદ્રો રાખેલાં હોય છે, જેથી મથાળેથી કચરો અંદર જઇને મોટરને ખરાબ કરે નહી. એન્કલોઝડ વેન્ટીલેટેડ (enclosed-ventilated) મોટરમાં મથાળે તથા નિચે હવા આવજાવ કરવા માટેનાં છિદ્રો કવરમાં રાખેલાં હોય છે. એવો મોટર લાંબા કલાકો સુધી વાપરવા માટે સારો છે, પણ તેને થોડે થોડે આંતરે સફા કરાવવાની જરૂર પડે છે. એ પંખાની સ્પીડ ઓછી વધતી કરવા માટેનાં રેગ્યુલેટરો દિવાળ ઉપર લગાડવામાં આવે છે. પંખાની બ્લેડો જે સરકલમાં ફરે તે સરકલની ડાયામેટરને સ્વીપ (sweep) કહે છે.

તેબલ ફેન (Table Fan)—આ જાતના પંખા એકજ ઠેકાણે ફીક્ષ્ડ કરી ચલાવવાના તેમજ પોતાની મેળે આમ તેમ ફરતા રહે તેવા બનાવવામાં આવે છે. ઘણાક મેકરોના પંખાની બેઠક એક ઠેકાણે મૂકયા પછી તેનો પંખો હાથ વડે ફેરવીને ગમે તે દિસામાં હાલતો રાખી શકાય છે, જે ઘણું સગવડ ભરેલું છે.

એકઝૉસ્ટ ફેન (Exhaust Fan)—ઓરડામાંથી ગરમ અને અસ્વચ્છ હવા કાહડી નાખવા માટે આ જાતના પંખા છાપરાંમાં અથવા દિવાળમાં ઉંચામાં ઉંચી જગ્યા એ ગોઠવવામાં આવે છે. કારખાનાં, થીએટર વગેરે ઠેકાણે એવા પંખા જોવામાં આવે છે. એવા પંખા મૂકવાની ગણતરી એ છે કે જો એક ઓરડો ૨૦×૨૦×૧૫=૬૦૦૦ કયુબીક ફીટનો હોય તો દર મીનેટે તેમાંથી ૬૦૦૦ કયુબીક હવા કાહડી નાખવા માટે કોઠા–૫ પ્રમાણે ૨૪ ઇંચનો એકઝોસ્ટ ફેન મૂકવો જોઇએ. જો દર ત્રણ મીનીટે હવા બદલવી હોય તો આસરે ૧૬ ઇંચ કે ૧૮ ઇંચનો પંખો ચાલી શકે છે.

કોઠો—૫. મરેલી (Marelli) મેકરના પંખાઓને લગતી વિગતો. T.E.=ટોટલી એન્કલોઝ્ડ. S.E.= સેમી એન્કલોઝ્ડ. E.V.=એન્કલોઝ્ડ વેન્ટીલેટેડ.

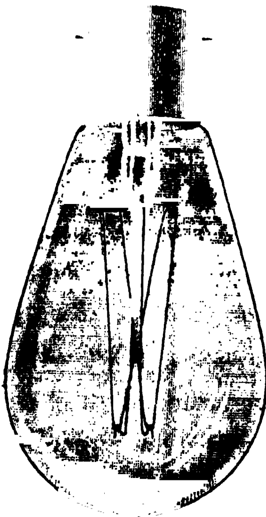
ફેન મોટર.	મોટરનું કવર.	સ્વીપ ઇંચ.	મીનીટે રેવોલ્યુશન્સ ફુલ સ્પીડે.	ખપતા વૉટ.	મીનીટે ફેંકાતી હવા. ક્યુ. ફીટ
ડી. સી., સીલીંગ	T. E.	૮૩	૧૧૮	૯૩	૨૨૮૦૦
,, ,,	T. E.	૬૦	૧૮૦	૮૨	૧૪૫૦૦
,, ,,	T. E.	૫૪	૨૧૨	૭૮	૧૧૦૦૦
,, ,,	S. E.	૪૮	૨૪૦	૭૮	૭૪૦૦
,, ,,	S. E.	૩૬	૩૧૦	૫૦	૬૦૦૦
એ. સી. સીલીંગ સીંગલ ફેઝ	S. E.	૮૩	૧૨૦	૧૫૦	૧૬૦૦૦
,, ,,	S. E.	૬૩	૧૭૫	૧૪૬	૧૩૫૦૦
,, ,,	S. E.	૫૬	૨૧૨	૧૧૪	૯૮૫૦
,, ,,	E. V.	૪૮	૨૪૫	૮૨	૭૯૦૦
,, ,,	E. V.	૩૬	૩૦૦	૭૦	૪૮૦૦
,, થ્રી ફેઝ	S. E.	૬૦	૨૩૬	૧૧૭	૧૫૦૦૦
,, ,,	S. E.	૫૬	૨૨૦	૮૬	૧૧૦૦૦
એ. સી.–ડી. સી.; તેબલ	—	૧૦	૧૪૦૦	૨૫	૯૫૦
ડી. સી. ફીક્સ્ડ	—	૧૪	૧૪૨૦	૫૭	૧૭૨૦
,, ઓસીલેટીંગ,	—	૧૦	૧૪૦૦	૨૬	૯૫૦
,, ,, ,,	—	૧૨	૧૫૦૦	૩૫	૧૩૫૦
,, ,, ,,	—	૧૪	૧૪૦૦	૫૫	૧૭૦૦
,, ,, ,,	—	૧૬	૧૪૦૦	૬૦	૨૨૦૦
એ. સી. ફીક્સ્ડ, તેબલ	—	૧૪	૧૩૬૦	૧૦૮	૧૬૦૦
,, ઓસીલેટીંગ ,,	—	૧૦	૧૩૬૦	૩૫	૯૫૦
,, ,, ,,	—	૧૨	૧૩૬૦	૫૦	૧૨૦૦
,, ,, ,,	—	૧૪	૧૩૬૦	૭૩	૧૬૦૦
,, ,, ,,	—	૧૬	૧૩૬૦	૧૦૫	૨૧૦૦
એ. સી. અથવા ડી. સી. એક્ઝૉસ્ટ	—	૧૮	૧૪૪૦	—	૨૬૫૦
,, ,,	—	૨૦	૧૪૪૦	—	૩૮૮૦
,, ,,	—	૨૪	૧૦૨૫	—	૬૧૮૦
,, ,,	—	૩૦	૧૦૦૦	—	૧૦૬૦૦
,, ,,	—	૩૬	૭૫૦	—	૧૫૦૦૦

પ્રકરણ—૧૦.

ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ.

INCANDESCENT LAMPS.

ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ એ જાતની વિજળીની બત્તીઓ ઘણીજ સલામત અને ભયથી નિરાળી હોય છે. એ બતીના ગ્લોબ અથવા ગોળામાંથી હવા કાહડી નાખીને વૅકયુ'મ કીધેલું હોય છે, જેથી ગ્લોબ ભાંગી જતાંજ બત્તી પોતાની મેળે બુજાઇ જાય છે, કારણ કે એ બત્તી માહેલા તારનું ગુછળું વૅકયુમમાંજ સળગીને સફેદ તેજસ્વી થાય છે, અને હવાના સંબંધમાં આવતાંજ તે બળીને રાખ થઇ જાય છે. એ ગ્લોબમાંથી ઘણીજ સંભાળથી બધી હવા કાહડી નાખી જેટલું બને તેટલું સંપૂર્ણ વૅકયુમ કરવામાં આવે છે. એ ગ્લોબ માહેલાં તારનાં ગુંછળાંને ફીલામેન્ટ (filament) કહે છે. એ લૅમ્પો ૮ થી ૨૦૦૦ કેન્ડલ પાવર સુધીના બનાવવામાં આવે છે, પણ મીલો અને કારખાનાઓમાં ૨૫ થી ૧૫૦ કેન્ડલ પાવરના લૅમ્પો વાપરવાનું સાધારણ થઇ પડયું છે. ૧૦૦ વોલ્ટનો એક લૅમ્પ જો ૧૬ કેન્ડલ પાવરનો હોય તો તે ૧૦૨ વોલ્ટ ઉપર બળતાં ૧૮ કેન્ડલ પાવર આપે છે. આથી માલમ પડશે કે ૨ ટકા વોલ્ટેજ વધારવાથી લૅમ્પનો કેન્ડલ પાવર ૧૨ ટકા વધે છે, પણ લૅમ્પની જીંદગી તેથી લગભગ ૩૦ ટકા ટુંકી થાય છે. ૧૦૫ વોલ્ટ ઉપર એવો લૅમ્પ ૨૦ કેન્ડલ પાવર રોશની આપે છે, પણ તેની જીંદગી લગભગ ૪૦ ટકા જેટલી ટુંકી થાય છે. તેજ પ્રમાણે ૯૬ વોલ્ટે તેજ લૅમ્પ ૧૨ કેન્ડલ પાવર આપે છે પણ તેની જીંદગી બમણી થાય છે. ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પની ફીલામેન્ટ જેમ વધુ ટેમ્પરેચરે સળગે તેમ તે લૅમ્પની ઇફીશીઅન્સી (efficiency) પુશકળ વધવા પામે



ચિત્ર નાં ૪૨
ઇન્કેન્ડેસ્ન્ટ લૅમ્પ.

છે. માટે જે ધાતુની પિગળવાની મેલ્ટીંગ પોઇન્ટની ટેમ્પરેચર વધારે હોય તે ધાતુની ફીલામેન્ટ વાલા લૅમ્પો વધારે સારા કહેવાય છે.

ગ્લોબમાં વૅક્યુમ કરવાનો હેતુ એ હોય છે કે ગ્લોબમાં હવા નહી હોય તો ફીલેમેન્ટ બળી જાય નહી. હવાના સંબંધમાં આવતાંજ ફીલેમેન્ટ બળીને રાખ થઇ જાય છે, કારણ કે હવા માહેલું ઑક્ષીજન ફીલેમેન્ટના કારબનના સંબંધમાં આવતાંજ ફીલેમેન્ટ સળગી ઉઠીને બળી જાય છે. ગ્લોબ ભાંગી જતાંજ બત્તી બુજાઇ જાય છે તેનું કારણ એજ છે. વળી વૅકયુમનો બીજો ફાયદો એ છે કે જો કે કારબન ફીલેમેન્ટની ટેમ્પરેચર ૨૯૦૦ ડીગ્રી હોય છે તે છતાં વૅકયુમને લીધે ગ્લોબના કાચની ટેમ્પરેચર માત્ર ૧૫૦ ડીગ્રી રહે છે, કારણ કે વૅકયુમમાંથી ગરમી પસાર થઇ શકતી નથી. વળી ગ્લોબમાંથી હવા કાહડી નાખવાનો ત્રીજો હેતુ એ છે કે જો ગ્લોબમાં હવા રાખવામાં આવે તો તે મોટી ટેમ્પરેચરે ગ્લોબમાં વંટોળિયા માફક ફરતી રહીને ફીલામેન્ટને ઘસીને ભાંજી નાખે છે.

કારબન ફીલામેન્ટ લૅમ્પ (Carbon Filament Lamp)—જાતના લૅમ્પો હવે ઘણી જૂની ઢપના કહેવાય છે, કારણ કે એ લૅમ્પ નવી ઢપના મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પ કરતાં ઘણો વધારે પાવર ખાય છે. એમાં સળગતા ગુછળાંના તાર બનાવવા માટે રૂને કલોરાઇડ ઑફ ઝીન્ક (chloride of zinc) માં પિગળાવી માવા જેવો કરીને બારીક છીદ્રની પિચકારીમાંથી ઘણા પ્રેસરે દાબીને સેવની માફક કાહડવામાં આવે છે, જે નીચે એક વાસણસાં તૈયાર રાખેલા ઑલકોહોલ (alcohol) અથવા દારૂના અર્કમાં પડે છે, જેથી તે સખ્ત થઇ જઇ તાંત (gut) જેવો મજબૂત બને છે. પછી તેને ધોઇને સૂકાવીને એક કાટળાં ઉપર વિંટાળી જોઇતી લંબાઇના ટુકડાઓ કાપી ઘણી સખ્ત ટેમ્પરેચરે તેને બાળીને તેનો કારબાન (carbonised) બનાત્રવામાં આવે છે. અગાઉ સાધારણ બામ્બુ અથવા વાંસની સળીને કારબોનાઇઝડ કરીને તેની ફીલેમેન્ટ બનાવવામાં આવતી હતી, પણ તેને બદલે રૂના માવાની આ ફીલેમેન્ટ વધારે મજબૂત અને વધારે સારી હોય છે, કારણ કે તે બામ્બુની ફીલેમેન્ટ કરતાં ઘણી વધારે ટેમ્પરેચરે કારબોનાઇઝડ થઇ શકે છે. એ કારબનના તારને આવી ω રીતે વાળીને તેના બે છેડા પ્લેટીનમ નામની સખ્ત ધાતુના બે તાર સાથે જોડી તે પ્લેટીનમના તારના

છેડાઓ કાચના ગ્લોબમાં જડી લેવામાં આવે છે. પ્લેટીનમના તાર ગ્લોબમાં જડી લેવાની મતલબ એ છે કે પ્લેટીનમ ધાતુ કાચ જેટલીજ ગરમીથી એક્ષપાન્ડ થાય છે, માટે જો કોઇ બીજી ધાતુ વાપરવામાં આવે અને તે કાચ કરતાં વધારે એક્ષપાન્ડ થાય તો કાચનો ગ્લોબ ભાંગી નાખે, અથવા ઓછી એક્ષપાન્ડ થાય તો તાર ગ્લોબમાં ઢીલા પડી જઇ બાહેરની હવા ગ્લોબમાં દાખલ કરી ગ્લોબની અંદરનું વૅકયુમ બિગાડી નાખે. સારી જાતનો કારબન લૅમ્પ ૬૦૦ થી ૭૦૦ કલાક સુધી ચાલે છે, અને જેમ જેમ જુનો થતો જાય છે તેમ તેમ ઝાંખો થતો જાય છે, અને તેનો કેન્ડલ પાવર ઓછો થતો જાય છે. એ જાતના લૅમ્પ ૮ થી ૩૦૦ કેન્ડલ પાવર સુધીના અને ૨૫ થી ૩૦૦ વૉલ્ટ સુધીના મળી શકે છે. ૧૧૦ વોલ્ટનો ૧૬ કેન્ડલ પાવરનો કારબન ફીલેમેન્ટ લૅમ્પ અરધો એમ્પીઅર કરન્ટ ખાય છે અને તેનો રીઝીસ્ટન્સ ૨૨૦ ઓહમ હોય છે.

કારબન ફીલેમેન્ટ લેમ્પના વોલ્ટેજમાં માત્ર પાંચ ટકા વધારો કરવાથી તે ૧૦ ટકા વધુ પાવર (વૅાટ) ખાય છે, કારણ કે વધુ વોલ્ટેજે તે વધુ ગરમ થવા સાથે તેનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો થાય છે. આને લીધે અગાઉ ૧૧૦ થી વધુ વોલ્ટેજના કારબન લૅમ્પો ઘણા વપરાતા હતા નહી, પણ હમણાં લૅમ્પ બનાવવાની રીતમાં ઘણો સુધારો થવાથી ૨૦૦ થી ૨૫૦ વોલ્ટેજના કારબન લૅમ્પો હવે મળી શકે છે, જે ૧૬ થી ૨૦ કેન્ડલ પાવર સુધીનામાં ૪ વૅાટ, અને તેથી વધારે કેન્ડલ પાવરમાં ૩.૫ વૅાટ સરાસરી દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ખાય છે. આસરે ૬૦૦ કલાક ચાલવા પછી એ લૅમ્પની રોશની સેંકડે ૨૦ ટકા ઓછી થાય છે.

મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પ (Metal Filament Lamp)—એ જાતના લૅમ્પોમાં કારબનના તારના ગુંછળાંને બદલે તન્ગસ્તેન (tungsten), ટૅન્ટેલમ (tantalum) વગેરે નવીન ધાતુઓના તારનાં બનાવેલાં ગુંછળાં વપરાય છે. એ ધાતુઓનો ઇલેકટ્રીક રીઝી-સ્તન્સ ઘણોજ ઓછો હોવાથી કારબનના તાર કરતાં એ ધાતુના તારો વધારે પાતળા બનાવવા પડે છે અને તેઓની લંબાઇ પણ વધારે રાખવી પડે છે, જેથી એનાં ગુંછળાંને આવી રીતે WW ઝુમખા-રૂપી બનાવી તેઓને ઘણે ઠેકાણે ટેકાવવામાં આવે છે, કારણકે તેમ

જો નહી કરવામાં આવે તો તે ઘણા નાજુક હોવાથી ચાલુમાં ધ્રુજીને ભાગી જાય છે. તન્ગસ્તેનના ખેંચેલા (drawn) તારના સારા મેકરના લૅમ્પ ૨૦ થી ૨૦૦૦ કેન્ડલ પાવરના અને ૨૦૦૦ કલાક ચાલે તેવા મળી શકે છે, જેઓ કેન્ડલ પાવર દીઠ આસરે ૧.૨૫ વૅાટ પાવર ખાય છે. ઘણા વધારે કેન્ડલ પાવરના તન્ગસ્તેન ડ્રૉન વાયર લેમ્પ દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧ વૅાટ પાવર ખાય છે. કારબન ફીલામેન્ટ લૅમ્પમાં વોલ્ટેજમાં ૧૦ ટકા વધારો કરવાથી ૧૨ ટકા કરન્ટ વધારે ખપે છે, અને ૬૪ ટકા રોશની વધુ મળે છે, પણ લૅમ્પની જીંદગી લગભગ ૧૫૦ કલાકની થઇ જાય છે. ટન્ગસ્ટના મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પમાં ૧૦ ટકા વધારે વોલ્ટેજ આપવાથી કરન્ટ માત્ર ૬ ટકા વધુ ખપે છે અને તેથી ૪૦ ટકા વધુ રોશની મળે છે, પણ લૅમ્પની જીંદગી ૨૫૦ કલાકની થાય છે. વૅકયુમ કીધેલા લૅમ્પો દર વૅાટ દીઠ ૮ થી ૧૨ લ્યુમેન રોશની આપે છે.

કોઠો–૬. સ્ટેન્ડર્ડ મેટલ ફીલામેન્ટ વૅકયુમ લૅમ્પ

(૨૦૦ થી ૨૬૦ વોલ્ટ).

લૅમ્પ ઉપર લખેલા વૅાટ.	આસરે કેન્ડલ પાવર.	એક કેન્ડલ પાવર દીઠ વૅાટ.
૧૦	૮	૧.૩૦
૨૦	૧૫	૧.૨૦
૩૦	૨૫	૧.૧૫
૪૦	૩૨	૧.૧૫
૬૦	૫૦	૧.૧૦
૧૦૦	૧૦૦	૧.૦૫

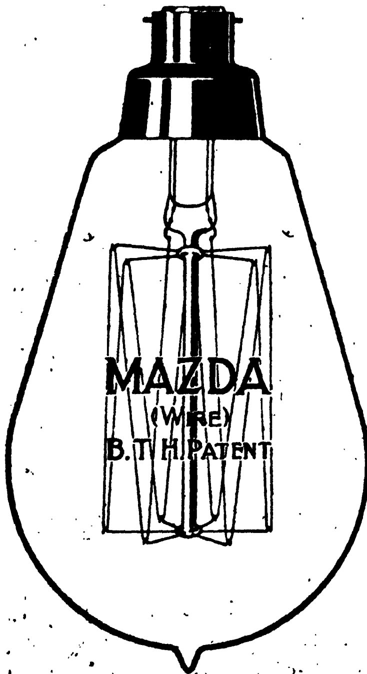
તેન્તેલમ ફીલામેન્ટ લૅમ્પ (Tantalum Filament Lamp)–આ ધાતુની ફીલામેન્ટની મેલ્ટીંગ પૉઇન્ટ આસરે ૫૨૩૨ ડીગ્રીની હોય છે અને એક સાધારણ લેમ્પમાં એની ફીલામેન્ટ લગભગ ૨૦ થી ૨૪ ઇંચ લાંબી રાખવામાં આવે છે, અને કેન્ડલપાવર દીઠ એ લેમ્પ ૧.૫ વૅાટ પાવર ખાય છે. એ ધાતુ રફ વપરાસ માટે સારી છે અને તેથી રેલવે, ટ્રામ્વે, સ્ટીમર વગેરે ઠેકાણે જ્યાં લૅમ્પો ઉપર

ઘણો ધુમાડો અને ખડખડાટ પડે ત્યાં એ લૅમ્પો વાપરવામાં આવે છે. એ લૅમ્પો ડાયરેક્ટ કરન્ટ ઉપર સારા ચાલે છે, પરંતુ ઓલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ ઉપર એ લૅમ્પોની જીંદગી લગભગ અરધી થઇ જાય છે.

તન્ગસ્ટેન (**Tungsten**) ઘણી કીમતી અને મુશકેલીથી મળતી ધાતુ છે. તે લગભગ ૬૩૦૦ ડીગ્રી ટેમ્પરેચરે પિગળે છે, જેથી એ લૅમ્પો ઘણી વધારે (આસરે ૩૬૦૦ ડીગ્રી) ટેમ્પરેચરે બળે છે અને ઘણી સુફેદ રોશની આપે છે. એની રોશની ઘણીજ તેજસ્વિ હોવાથી ઘણાકો એના ગ્લોબ ઝાંખા અથવા ખેહરા કરેલા (frosted) વાપરવાનું પસંદ કરે છે, જેથી આંખને અડચણ થાય નહી. ગરમ થવાથી તન્ગસ્ટેન ફીલેમેન્ટ નરમ થાય છે, માટે જ્યારે ફીલેમેન્ટ તૂટી જાય છે ત્યારે લૅમ્પને થોડાક વધુ વોલ્ટેજ આપી આંગળાંથી ટકોરા મારી હલાવ્યાથી તૂટેલી ફીલેમેન્ટનો છેડો બીજા કોઇ તાર સાથે લાગતાંજ તે જોડાઇને તેનો સાંધો (weld) થઇ જાય છે, અને પાછો લૅમ્પ બરાબર બળે છે. આવી રીતે ઘણેક ઠેકાણેથી તૂટેલી ફીલેમેન્ટના લૅમ્પો ફરી ફરીથી સાંધી ચલાવી શકાય છે. કારબન ફીલેમેન્ટના લૅમ્પ કરતાં મટેલ ફીલેમેન્ટના લેમ્પ ઉપર વોલ્ટેજમાં વધઘટ થવાથી ઘણી થોડી અસર થાય છે—એટલે કે વોલ્ટેજમાં સહેજબી ઘટાડો થતાંજ કારબન લૅમ્પો જેવા ઝાંખા બળવા માંડે છે તેમ મેટલ ફીલેમેન્ટ લૅમ્પોમાં થતું નથી. મેટલ ફીલેમેન્ટ લૅમ્પો તેના અસલ વોલ્ટેજ કરતાં થોડાક ઓછા વોલ્ટેજ ઉપર ચલાવવાથી કરન્ટના ખરચમાં થોડાક બચાવ થાય છે. લૅમ્પની જીંદગી લંબાય છે, અને રોશની ઘણી ઝાંખી માલમ પડતી નથી; પણ એ લૅમ્પો તેના અસલ કરતાં થોડાક વધુ વોલ્ટેજ ઉપર ચલાવાથી તેઓની રોશની વધારે સારી અને સફેદ મળી શકે છે, જેથી તે સુર્યની રોશનીને ઘણીક રીતે મળતી આવે છે, અને તેવી રોશનીમાં કોઇ ચીજના રંગોનો મુકાબલો કરવામાં ઘણી મુશકેલી પડતી નથી. કારબન કરતાં તન્ગસ્ટેનનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો હોવાથી એના ૧૦૦ વોલ્ટના લૅમ્પો ૨૫ થી ઓછા કેન્ડલ પાવરના બનાવી શકાતા નથી, કારણ કે ઓછા કેન્ડલ પાવર માટેની ફીલેમેન્ટ અતિશય બારીક અને ઘણી લાંબી બનાવવી પડે છે.

તન્ગસ્ટેન ફીલામેન્ટ (**Tungsten Filament**) નો તાર સારામાં સારા સ્ટીલ વાયર કરતાં પણ વધારે મજબૂત હવે બનાવી શકાય છે અને લૅમ્પો ડાયરેક્ટ તેમજ ઓલટરનેટીંગ કરન્ટ ઉપર એકજ સરખા ચાલે છે.

તન્ગસ્ટેન ફીલામેન્ટ (Tungsten Filament) ના તાર ઘણી ખરી બે રીતે બનાવવામાં આવે છે. એક રીતમાં સાધારણ ધાતુના તાર ખેંચીને બનાવે છે તેમ બનાવવામાં આવે છે, જેને ડ્રૉન વાયર (drawn wire) ફીલામેન્ટ કહે છે. એ જાતના તાર મજબૂત હોય છે, અને લાંબો વખત ચાલે છે. બીજી રીતમાં ધાતુની બારીક રજકણો અથવા પાઉડરની ચોક્કસ રસાયની મેળવણી કરીને એક પીચકારીમાં ભરીને ઘણુંજ બારીક છીદ્ર વાટે ઘણા પ્રેસરે દબાવીને સેવની માફક તાર કહાડવામાં આવે છે, જે જાતના તારને પ્રેસ્ડ (pressed) અથવા સ્કવરટેડ વાયર (squirted wire) કહે છે, જે બરડ અને આંચકો લાગવાથી ભાંગી જાય તેવો હોય છે. જે કોઇ જાતની ધાતુ ખેંચીને તેનો તાર નહી બનાવી શકાતી હોય તેનો તાર આ પ્રમાણે બનાવવામાં આવે છે. હાઇ વોલ્ટેજ કરતાં લો વોલ્ટેજના લૅમ્પોની જીંદગી ઘણી લાંબી હોય છે, અને ઓછા વોલ્ટેજ વાપરવાથી પાવર ઓછો ખપે છે; પણ શુરૂઆતમાં જાડા તાર નાંખવા પડતા હોવાથી શુરૂઆતનો ખરચ થોડોક વધુ થાય છે, જેનો ખંગ પાછળથી ઓછા પાવરના ઓછા ખરચ અને લૅમ્પોની લાંબી જીંદગીથી થતા ઓછા ખરચથી વળી રહે છે.



ચિત્ર નં. ૪૩
મઝદા લૅમ્પ.

મઝદા લૅમ્પ (Mazda Lamp)—આ લૅમ્પ તન્ગસ્ટેન ડ્રૉનવાયરના આવે છે, અને કરન્ટના ખરચમાં ઘણા કરકસર ભરેલા હોય છે. બજારૂ હલકા લૅમ્પો કરતાં આ જાતના લૅમ્પ ચાલવામાં ઘણા સારા હોય છે. એ લૅમ્પોની ફીલામેન્ટ તન્ગસ્ટેન ધાતુની બનાવવામાં આવે છે. ૨૦ વૅટનો એવો લૅમ્પ ૫૦ કલાક ચાલતાં એક યુનિટ કરન્ટ ખાય છે, અને ૧૦૦ વૅટવાળો લૅમ્પ ૧૦ કલાકે એક યુનિટ ખાય છે, જ્યારે ૬૦ વૅટવાળો લૅમ્પ ૧૬ કલાકે એક યુનિટ ખાય છે, અને લાંબો વખત ચાલવા છતાં કાળો પડતો નથી. તન્ગસ્ટેન ડ્રૉન વાયર મોટી સાઇઝના લૅમ્પો દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧ વૅટ કરન્ટ ખાય છે.

ઑશરેમ લૅમ્પ (Oshram Lamp)—આ જાતના હાઇ વોલ્ટેજના લૅમ્પોની ફીલામેન્ટ ઘણીજ નાજુક હોય છે, માટે તેઓને ઘણીજ સંભાળથી વાપરવા પડે છે; પણ એ જાતના લૅમ્પોની જીંદગી ઘણી લાંબી હોય છે અને ફીલામેન્ટ તૂટી જતાં લૅમ્પને ચાલુમાં ટકોરા મારીને તે પાછી સાંધી શકાય છે. એવી રીતે ફરી ફરીથી મેટલ ફીલા-મેન્ટ સાંધીને એ લૅમ્પો ૩૦૦૦ કલાકથી વધુ લાંબો વખત ચાલતા જણા-વવામાં આવે છે. એમાં પણ તન્ગસ્ટનના ડ્રોનવાયરની ફીલેમેન્ટ વપરાય છે.

હાફ વૉટ લૅમ્પ (Half-watt Lamp)—તન્ગસ્ટેન મેટલ ફીલેમેન્ટ લૅમ્પો તેની ફીલેમેન્ટ ભાંગી જવાથી નકામા થઇ પડતા નથી, પણ તેઓના કાચના ગ્લોબ અંદરની બાજુએથી કાળા પડી જવાથી તેઓને રદ કરવા પડે છે. ફીલેમેન્ટ સખ્ત ગરમ થવાથી કોઇ રસાયનીક ક્રિયા ચાલુ થઇને ગ્લોબનો કાચ અંદરની બાજુએથી ઝાંખો પડતો કહેવામાં આવે છે. આના ઉપાય તરીકે ગ્લોબમાં નાઇટ્રોજન (nitrogen) ગૅસ ભરવામાં આવે છે, જેથી ઘણી સફેદ અને તેજસ્વિ રોશની મળવા સાથે કાચના ગ્લોબ ઝાંખા પડતા નથી. એવા લૅમ્પો મોટા કેન્ડલ પાવરના બનાવવામાં આવે છે અને ચાલુ વપરાસમાં દર કેન્ડલ પાવર દીઠ .૬ થી .૭ વૉટ પાવર ખાય છે, પણ બજારમાં એવા લૅમ્પો અરધા વૉટના લૅમ્પો તરીકે ઓળખાય છે. ઓછા વોલ્ટેજ ઉપર એ લૅમ્પો દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧ વૉટ સુધી ખાય છે. એ લૅમ્પોની ફીલેમેન્ટ ઘણી નાજુક હોય છે, માટે તેને સંભાળથી વાપરવા પડે છે. લૅમ્પો ચાલુ હોય તે કરતાં જ્યારે લૅમ્પો બંધ હોય ત્યારે આચકો લાગવાથી તેઓની ફીલેમેન્ટ ભાંગી જવાનો સંભવ વધારે હોય છે, કારણ કે જ્યારે ફીલેમેન્ટ ગરમ થાય છે ત્યારે તે નરમ અને લવચીક (plastio) થાય છે, પણ ઠંડી હાલતમાં કાચ જેવી ઘણી બરડ (brittle) હોય છે, માટે લૅમ્પો જ્યારે સળગેલા હોય ત્યારેજ તેઓને સાફ કરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. નાના ગૅસફીલ્ડ લૅમ્પોમાં નાઇટ્રોજન ગૅસને બદલે આરગોન (argon) ગૅસ ભરવામાં આવે છે. ગૅસફીલ્ડ લૅમ્પો દર વૉટ દીઠ ૧૨ થી ૧૮ લ્યુમેન રોશની આપે છે.

કોઠો—૬. સ્ટેન્ડર્ડ ગૅસફીલ્ડ લૅમ્પ (૨૦૦ થી ૨૬૦ વોલ્ટ).

લૅમ્પની સાઇઝ, વૉટમાં	મળતી રોશની, લ્યુમેનમાં
૬૦	૫૫૦
૧૦૦	૧૨૦૦
૧૫૦	૧૮૦૦
૨૦૦	૨૫૮૦
૩૦૦	૪૨૦૦
૫૦૦	૭૩૦૦
૧૦૦૦	૧૬૫૦૦
૧૫૦૦	૨૬૦૦૦

મરક્યુરી વેપર લૅમ્પ (Mercury Vapour Lamp) પણ કેન્ડલ પાવર દીઠ લગભગ .૫ વૉટ ખાય છે. એ લૅમ્પો લાંબી આસરે ૧ ઇંચ ડાયામેટરની કાચની ટયુબના બનાવવામાં આવે છે, જેમાં પારો અથવા મરક્યુરી ભરેલો હોય છે; એ લૅમ્પો લગાર લીલા રંગની રોશની આપે છે, માટે એની રોશનીમાં રંગોનો મુકાબલો થઇ શકતો નથી. એ લૅમ્પની રોશનીમાં રાતો રંગ કાળો દેખાય છે, જેથી એની રોશનીમાં ગુલાબનું ફૂલ કાળું દેખાય, અને ગુલાબી ગાલ કાળા યા ઘેરા જાંબુડા જેવા દેખાય, જેથી તનદરોસ્ત માણસો ભયંકર દેખાય છે! આ જાતના લૅમ્પ માત્ર ડાયરેક્ટ કરન્ટ ઉપરજ ચાલી શકે છે. એમાં ૨૦ ઇંચ લાંબી કાચની એક ટયુબમાં થોડોક પારો (mercury) ભરીને તેમાંથી હવા કહાડી નાખવામાં આવે છે. ટયુબને બે છેડે અંદરની બાજુએ પ્લેટીનમ તારનાં કનેકશન હોય છે. લમ્પ સળગાવતી વખતે ટયુબનો એક છેડો સહેજ ઉપર નીચે કરી હલાવવાથી અંદર રાખેલો મરક્યુરી બન્ને છેડાનો સંબંધ સાંધી આપે છે, અને મરક્યુરીની ગૅસ થઇને ટયુબ ભરાઇ જઇ તે અતિશય તેજસ્વિ થઇ જાય છે. એ લૅમ્પની રોશની સંપુર્ણ હોતી નથી, જો

કે તે આંખને ઘણીજ થંડી અને સારી લાગે છે. એ લેમ્પો ૩૫૦ થી ૭૦૦ કેન્ડલ પાવરના મળી શકે છે, અને દુકાનોની બારીઓ તથા બારણામાં માત્ર ખેંચાણ કરવા થકી મૂકવામાં આવે છે. નાના લૅમ્પો ૬૦ થી ૮૦ વોલ્ટ ઉપર અને મોટા ૧૦૦ થી ૧૫૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે છે. વધુ વોલ્ટેજ માટે એ લૅમ્પો સીરીઝમાં જોડી શકાય છે. ૩૫૦ કેન્ડલપાવરનો લૅમ્પ ૬૦ થી ૮૦ વોલ્ટેજ ઉપર ૩.૫ એમ્પીઅર અથવા આસરે ૨૫૦ વૅાટ પાવર ખાય છે અને ૧૨ ફીટની ઉંચાઇએથી ૪૦૦ સ્કવેર ફીટ ઉપર સારી રોશની નાખી શકે છે. ૧૦૦ થી ૧૨૦ વોલ્ટ સુધી માટે એની ટયુબ ૪૨ થી ૪૫ ઇંચ લાંબી રાખવામાં આવે છે. અને ૫૦ થી ૬૦ વોલ્ટ માટે તે ૧૭ થી ૨૦ ઇંચ સુધીની હોય છે. જ્યારે લૅમ્પ બંધ કરવામાં આવે છે ત્યારે મરકયુરી વેપર કન્ડેન્સ્ડ થઇ ને તેનેાં પ્રવાહી મરકયુરી લૅમ્પ ને એક છેડે પ્રવાહી હાલતમાં તૈયાર પડી રહે છે, અને કરન્ટ ચાલુ કરીને લૅમ્પ હલાવતાંજ બન્ને છેડાઓ વચ્ચે પારાની ધાતુનો સંબંધ થતાંજ મરકયુરી ગરમ થઇ તેની વેપર અથવા ગૅસ બની જાય છે, જે ઘણી તેજસ્વિ રહે છે. એ લૅમ્પને એના શોધકના નામ ઉપરથી કેટલાકો કુપર-હેવીટ (Cooper-Hewitt) લૅમ્પ પણ કહે છે.

સીલીકા લૅમ્પ (Silica Lamp)—આ લૅમ્પ પણ કુપર-હેવીટ મરકયુરી લૅમ્પ માફક બનાવવામાં આવે છે, પણ એની ટયુબની લંબાઇ નાની હોય છે, અને તેથી તે ઘણીજ સખત ગરમ થતી હોવાથી એ ટયુબ કાચને બદલે ચકમકના પથ્થર (quartz) ની બનાવવામાં આવે છે. જેથી એ લૅમ્પ કીમતમાં મોંઘા હોય છે. એ લૅમ્પો ૮૦૦ થી ૩૦૦૦ કેન્ડલ પાવરના બનાવવામાં આવે છે અને એક કેન્ડલ પાવર દીઠ માત્ર .૨૨ વૅાટ પાવર ખાય છે. એ લેમ્પોની ચાવી ફેરવતાં તુરતજ સળગે છે અને એ લેમ્પની જીંદગી ૩૦૦૦ થી ૪૦૦૦ કલાકની હોય છે.

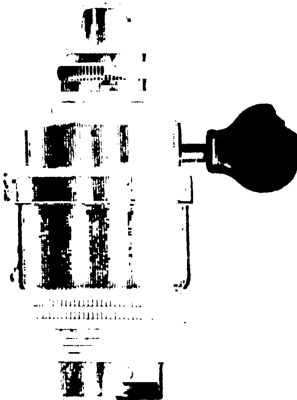
કારબન અને મેટલ ફીલેામેન્ટ લેમ્પો વચ્ચે સરખામણી કરતાં મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પો પાવર વાપરવામાં ઘણા કરકસર ભરેલા તુરત માલમ પડી આવે છે. દાખલા તરીકે ૩૨ કેન્ડલ પાવરનો એક કારબન લૅમ્પ જયારે ૧૨૦ વૅાટ ખાશે ત્યારે ૩૨ કેન્ડલ પાવરનો એક મેટલ લૅમ્પ ૫૦ વૅાટ ખાશે, માટે દરેક લૅમ્પ

દીઠ ૭૦ વૅાટ અથવા ૭૦÷૧૦૦૦=.૦૭ કીલોવૅાટ અથવા યુનીટ દર એક કલાક દીઠ બચાવ થશે, જે ૧૦ કલાકમાં લગભગ પોણી યુનીટ જેટલો થવા જશે, અને દરેક યુનીટ દીઠ ઇલેકટ્રિસિટિનો ભાવ ૪ આના હોય તો દરેક લૅમ્પ દીઠ ૧૦ કલાકમાં ૩ આનાનો બચાવ થાય, જે અલબતાં થોડો નહી કહેવાય. કારબન કરતાં મેટલ લૅમ્પો કીમતમાં લગભગ બમણા વધારે હોય છે, પણ તેમ કારબન કરતાં મેટલ લૅમ્પોની જીંદગી લગભગ બમણી યા વધુ હોય છે તે યાદ રાખવું જાઇએ. કારબન કરતાં મેટલ ફીલામેન્ટ લૅમ્પોના ગ્લોબ વધારે ગરમ થાય છે, માટે તેઓને કોઇ સળગી ઉઠે તેવી ચીજોની નજદીક મૂકવામાં આવતા નથી, અને જો મૂકવા પડે તો બીજા મજબૂત જાડા કાચના ગ્લોબમાં એ લૅમ્પ મૂકવામાં આવે છે.

નર્નસ્ટ લૅમ્પ (Nernst Lamp)—એ જાતનો લેમ્પ પણ ઇન્કેનડેસન્ટ લેમ્પોના વર્ગમાં ગણવામાં આવે છે, પણ એના ગલોબમાં વૅકયુમ હોતું નથી. એમાં એક જાતની રસાયની મેળવણીનો તાર આસરે ૧/૩૨ ઇંચ જાડો અને વોલ્ટેજના પ્રમાણમાં અરધાથી એક ઇંચ જેટલી લંબાઇનો હોય છે, જે ગરમ થઇ સફેદ ઇન્કેનડેસન્ટ રોશની આપે છે. એને ગ્લોઅર (glower) કહે છે, અને તેને ગરમ કરવા માટે પ્લેટીનમના તારનો એક કોડી (porcelain)ના તાર ઉપર વિંટાલેલો હિટીંગ કૉઇલ (heating coil) હોય છે. એ લૅમ્પની ચાવી દબાવતાં તે એકદમ સળગતો નથી, પણ ગ્લોઅરને બરાબર ગરમ કરતાં અરધીથી એક મીનીટ લાગે છે, જે પછીજ લેમ્પ તેજસ્વી થાય છે. એ જાતના લેમ્પ ૫૦ થી ૨૫૦ વોલ્ટના અને ૫૦ થી ૬૦૦ કેન્ડલ પાવરના મળી શકે છે, જે દર એક કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧½ વૅાટ પાવર ખાય છે. એ લેમ્પની જીંદગી આસરે ૪૦૦ થી ૮૦૦ કલાકની હોય છે, અને જેમ જેમ જુનો થતો જાય છે, તેમ તેમ એ ઘણો ઝાંખો બળે છે, જે વખતે એમાંનો ગ્લોઅર કાહડીને બદલી શકાય છે. એ લેમ્પના પોઝીટીવ + તાર સાથેજ સરકીટનો પોઝીટીવ તાર જોડવો જોઇએ, નહી તો લેમ્પ સળગતો નથી.

લૅમ્પ હોલ્ડર (Lamp Holder)—ઇન્કેન્ડેસેન્ટ લૅમ્પોને પકડવા માટેનાં લૅમ્પ હોલ્ડરો હવે બધા મેકરો એકજ માપના સ્ટેન્ડર્ડ બનાવે છે, જેથી કોઇબી મેકરનો લૅમ્પ તેમાં બેસાડી શકાય. સાદા

લૅમ્પ હોલ્ડરને બેયોનેટ સૉકેટ હોલ્ડર (bayonet socket holder) કહે છે. બજારૂ સસ્તા હોલ્ડરો ઘણો ભરોસો રાખવા લાયક હોતા નથી, પણ સારા મેકરના હોલ્ડરો મજબૂત બનાવટના હોય છે, માટે હોલ્ડરોની સરખામણી કરતી વખતે તેઓના બધા ભાગો છૂટા પાડીને તપાસીને સરખામણી કરવી જોઇએ. સાદા હોલ્ડરમાં ફ્લૅક્ષીબલ વાયરના બે તાર પહેલ્લાં સાથે દાખલ કરીને પછી તેની કોડીની બેઠકમાં છૂટા છૂટા સ્ક્રુથી જોડવામાં આવે છે, આથી લૅમ્પનો વજન બધો એ નાના સ્ક્રુઓ ઉપર પડે છે, અને જો લૅમ્પ કે તેનો શેડ વજનમાં ભારે હોય તો તારના છેડા સ્ક્રુમાંથી સરીને નિકળી જવાનો સંભવ રહે છે. ચિત્ર નં૦ ૪૪માં સ્વીચ સાથનો એક કી હોલ્ડર (key holder) બતાવ્યો છે, જેમાં હોલ્ડરમાંજ એક નાની સ્વીચ રાખેલી હોવાથી એવા લૅમ્પો લાંબા તાર સાથે ઓરડામાં ગમે ત્યાં લઇ જવા માટે અથવા પલંગ ઉપર ટાંગવા માટે સગવડ ભરેલા થઇ પડે છે, જેથી જગ્યા છોડયા વગર લૅમ્પ ચાલુ બંધ કરી શકાય છે. સાદા હોલ્ડરોમાં બારીક આંટા પાડેલી પીત્તલની રીંગો હોય છે, જેના આંટા અવાર નવાર ચવાઇને બિગડી જાય છે, અને બજારૂ હલકા મેકરના હોલ્ડરો તો થોડા વખતમાં એવી ખામીઓને લીધે નકામા થઇ પડે છે.



ચિત્ર નં૦ ૪૪.
કી લૅમ્પ હોલ્ડર.

પ્રકરણ—૧૧

આર્ક લૅમ્પ

ARC LAMPS

આર્ક લૅમ્પ—એ જાતની વિજળીની બત્તીઓમાં કારબનની બનાવેલી બે લાકડીઓના છેડા સામ સામે રાખી તેઓમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કરવાથી એ બે છેડાઓ વચ્ચે વિજળીનું એક બળતું આર્ક અથવા આર્કું થાય છે. દરેક જાતના આર્ક લેમ્પની બનાવટની

મુખ્ય ખુબી એ હોય છે કે પહેલાં કારબનના છેડાઓને એક બીજા સાથે લગાડી તેઓમાંથી વિજળીનો કરન્ટ પસાર કરતાંજ તેઓ લાલચોળ થાય કે તુરત તેઓને એક બીજાથી થેાડા દૂર કરવા, જેથી તેઓ વચ્ચે કારબનની વેપર (vapour) સળગી ઉઠીને આર્ક થાય, અને પછી જેમ જેમ કારબન બળતા જાય તેમ તેમ તેઓ એક બીજાની પાસે પેાતાની મેળે આવતા જાય, અને એક સરખે તફાવતે રહે, જે માટેનું યંત્ર એવા લૅમ્પમાં ગોઠવેલું હોય છે. કેટલીક જાતના આર્ક લૅમ્પોમાં કારબનો એક બીજાની ઉપર નીચે ઉભા ગોઠવેલા હોય છે, જ્યારે કેટલાકોમાં એક બીજાની જોડમાં આવી \/ રીતે આડકત્રા ૧૦ થી ૨૦ ડીગ્રીના એન્ગલે મૂકેલા હોય છે. ઉભા મૂકેલા કારબનોમાં ઉપલો કારબન + પૉઝીટીવ અને નીચલો — નેગેટીવ હોય છે.

ડાયરેક્ટ કરન્ટ સાથે નીચલા કારબન કરતાં ઉપલો પૉઝીટીવ કારબન બમણો ખપે છે, માટે નેગેટીવ કારબન કરતાં પૉઝીટીવ કારબનની જાડાઇ (સેક્શનલ એરીઆ) બમણી રાખવામાં આવે છે. બળતી વખતે ઉપલા કારબનનો છેડો ઉંધા મૂકેલા પ્યાલા જેવો ⌒ થઇ જાય છે, જેને ક્રેટર (crater) કહે છે. એથી રેાશનીનો મોટો ભાગ એજ કારબન જમીન ઉપર નાખે છે. વળી એ ઉપલા પૉઝીટીવ કારબનની બળતી વખતે ટેમ્પરેચર લગભગ ૭૦૦૦ F હોય છે, જ્યારે નીચલા નેગેટીવની આસરે ૪૫૦૦ F હોય છે. બળતી વખતે આર્ક કારબનની કિનારી ઉપર ગોલ ફરતો દેાડયા કરે છે, તેથી રેાશની વારંવાર ઝાંખી પડયા કરે છે. આના ઉપાય તરીકે કારબનની લાકડીઓ બનાવતી વખતે તેઓની વચ્ચે સેન્ટરમાં નરમ કારબનનો ગર રસાયની મેળવણી સાથે ભરવામાં આવે છે, જે વહેલો બળતો હોવાથી બળતાંનું આર્ક વચ્ચોવચ્ચમાં રાખે છે. એને કોર્ડ કારબન (cored carbon) કહે છે.

ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ સાથે બન્ને કારબનો એક સરખા બળે છે અને ખપે છે અને રેાશની વધારે સારી રીતે પથરાયલી રહે છે, કારણ કે બન્ને કારબનો એક સરખી ટેમ્પરેચરે બળતા હોવાથી એક સરખી રેાશની ફેંકે છે, પણ એ રેાશની ડી. સી. આર્ક જેટલી તેજસ્વિ હોતી નથી. આર્ક લૅમ્પો પેરેલલ તેમજ સીરીઝ સરકીટમાં જોડવામાં આવે છે, પણ સીરીઝમાં આર્ક લૅમ્પ જોડવાની રીત વધારે કરકસર ભરેલી છે.

મેગેઝીન આર્ક લૅમ્પ (Magazine Arc Lamp)માં કેટલાક કારબન ભરેલા હોય છે, અને એવી ગોઠવણુ હોય છે કે એક કારબન બળી ગયા પછી બીજો કારબન પોતાની મેળે તેની જગ્યા લીએ છે. ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ સાથે આર્ક લૅમ્પ લગાડયા હોય તો ઓછામાં ઓછો ૩૫ વોલ્ટનો પ્રેસર જોઇએ છે. કોઇ પબ્લીક ઇલેક્ટ્રીક સપલાઇ કંપનીમાંથી આવતો વિજળીનો પ્રેસર હેરફેર થયા કરે છે, અને ઘણેક ઠેકાણે જાહેર કરેલા વોલ્ટેજમાં ૧૦ થી ૧૫ ટકાનો ફરક રહે છે. માટે આર્ક લૅમ્પનો રીઝીસ્ટન્સ તેના પ્રમાણમાં વધતો ઓછો સેટ કરી લેવો પડે છે. એ માટે શુરૂઆતમાં જોઇએ તે કરતાં વધારે કરન્ટ આપીને લૅમ્પને અરધો કલાક ચાલુ રાખીને રીઝીસ્ટન્સ વધારતા જવામાં આવે છે, કે જેથી આર્ક બરાબર ગોઠવાઇ રહે.

આર્ક લૅમ્પમાં રંગીન રોશની ઉત્પન્ન થવાનું કારણ તેના કારબનો વચ્ચેનો તફાવત ઓછો વધતો થયા કરવાનું હોય છે. જો એ તફાવત આસરે એક દોરા જેટલો એક સરખો નિભાવી રાખ્યો હોય તો રોશની શુદ્ધ સુફેદ પડે છે, પણ જો એ તફાવત વધારે થાય અથવા કરન્ટ ઓછો થાય તો આર્ક જાંબુડા (violet) રંગની રોશની આપશે અને જો તફાવત ઓછો થાય તો તે પહેલ્લાં પીળા અને પછી રાતા રંગની રોશની આપશે.

આર્ક લૅમ્પમાંથી અવાજ નિકળવાનું કારણ જોઇએ તે કરતાં વધારે કરન્ટ આપવાનું હોય છે, જેથી આર્ક સુરસુર અવાજ કર્યા કરે છે. કરન્ટ ઓછો થતાંજ અવાજ પણ બંધ થાય છે. હમણાં સુધરેલી જાતના અવાજ વગરના આર્ક લૅમ્પો મલી શકે છે.

આર્ક લૅમ્પો હવે ઝાઝા વપરાતા નથી કારણ કે મોટા પાવરના અને ગૅસ ભરેલા હાફવૉટ ઇન્કેન્ડેસ્ન્ટ લૅમ્પો હવે મલી શકે છે, જે વાપરવામાં આર્ક લૅમ્પ જેટલી કડાકુટ હોતી નથી, અને તેઓને વાપરવાનો ખરચ પણ આર્કલૅમ્પ કરતાં કાંઇક ઓછો થાય છે.

કોર્ડ કારબન (Cored Carbon) આર્કની ટેમ્પરેચર ઓછી કરે છે જેથી ઓછા વોલ્ટેજથી જાઇતો આર્ક નિભાવી શકાય છે, કે જેમ અખંડ (solid) કારબનથી થઇ શકતું નથી. ફ્લેમ

કારબન (flame carbon) માં ધાતુનો તાર તેના સેન્ટરમાં રાખેલો હોય છે, જેથી તેનો રીઝીસ્ટન્સ ઘણો ઓછો થાય છે, કારણ કે કારબનના સેન્ટરમાં રાખેલા ધાતુના તારને લીધે કારબનની કન્ડકટિવિટિ વધે છે. કારબનનો રીઝીસ્ટન્સ દર ફુટ લંબાઇએ .૧૫ થી .૧૭ ઓહમ હોય છે.

મોલ્ડેડ કારબન (Moulded Carbon) ખરબચડા અને દાણેલા હોય છે, જેથી તેઓ બરાબર ગોળાકાર હોતા નથી અને તેઓની ડાયામેટર એકસરખી હોતી નથી. આ ખામી સુધારવા તેઓ ઉપર ત્રાંબાંનુ પડ (copper plating) કરવામાં આવે છે. આથી તેઓની કન્ડકટિવિટિ (conductivity) વધે છે અને તેઓ જલ્દી ખપી જતા નથી. ત્રાંબાંનું પડ ચહડાવેલો એક ૧૨ ઇંચ લાંબો અને પાંચ દોરા જાડો કારબન ૧૦ એમ્પીઅર ખાતા લૅમ્પમાં લગભગ ૧૪ કલાક ચાલશે, જ્યારે સાદો ત્રાંબાંનાં પડ વગરનો કારબન માત્ર ૧૨ કલાક ચાલશે. એ જાતના કારબનો હાઇ વોલ્ટેજના એક સરખા કરન્ટ (constant current) વાળા સીરીઝ સરકીટ ઉપર વાપરવામાં આવે છે.

ફૉર્સ્ડ કારબન (Forced Carbon) બનાવટમાં ઘણા નરમ હોય છે, અને પેનસીલની માફક તે વડે લખી શકાય છે, કે જેમ મોલ્ડેડ કારબનથી થતું નથી. એની કન્ડકટિવિટિ વધારે હોવાથી એઓ ઉપર ત્રાંબાંનું પડ ચહડાવવામાં આવતું નથી, પણ એ જાતના ફૉર્સ્ડ કારબન ઘણાખરા કોર્ડ પણ હોય છે. એ જાતના કારબન એકસરખા પ્રેસર (constant pressure) અથવા એકસરખા વોલ્ટેજવાળા સરકીટ, અથવા ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટ ઉપર મૂકેલા લૅમ્પોમાં વપરાય છે.

આર્ક લૅમ્પમાં કારબનનો ખપ (Consumption of Carbons)—બિલકુલ બંધ આર્ક લૅમ્પમાં દર કલાકે કારબન આસરે .૧ થી .૨ ઇંચ બળે છે, પણ ઉઘાડા આર્ક લૅમ્પમાં દર કલાકે આસરે ૧.૫ ઇંચ બળે છે. હંમેશાં નેગેટીવ કરતા પૉઝીટીવ ઉપલો કારબન બમણો ખપે છે.

આર્ક લૅમ્પના કેન્ડલ પાવર (Candle-Powers of Arc Lamps) જુદી જુદી દિશાઓમાં જુદા જુદા રહે છે. સર્વેથી

વધારે રોશની તો આર્કના સેન્ટરમાંથી પસાર થતી આડી સપાટી (plane) ઉપર પડે છે, જે જુદી જુદી દિશાઓમાં ઓછી વધતી પડે છે. માટે મેકર તરફથી જે કેન્ડલ પાવર કહેવામાં આવે છે તે સરેરાસ કેન્ડલ પાવર હોય છે જેને મીન હેમીસફેરીકલ (mean hemispherical) કહે છે. જૂદા જૂદા મેકરના લૅમ્પના કેન્ડલ પાવર સરખાવતી વખતે તેના મીન હેમીસફેરીકલ કેન્ડલ પાવરજ ગણુતરીમાં લેવામાં આવે છે, અને નહી કે વધુમાં વધુ (maximum). જેમકે એક લૅમ્પનો વધુમાં વધુ અથવા મેક્ષીમમ કેન્ડલ પાવર ૪૭૦૦ હોય તો તેનો મીન હેમીસફેરીકલ માત્ર ૩૧૦૦ હોય.

આર્ક લૅમ્પના કાચના ગ્લોબ (Glass Globes for Arc Lamps)—સાદા પારદર્શક કાચના ગ્લોબ ઘણું ખરૂં આર્ક લૅમ્પ સાથે વપરાતા નથી, પણ દુધ્યા અથવા બેહરા ગ્રાઉન્ડ કરેલા કાચના ગ્લોબ વપરાય છે, જેથી એની અતિશય તેજસ્વિ રોશની આંખને નુકશાન કરે નહી. જે લૅમ્પમાં અંદર અને બાહેર એવા બે ગ્લોબ વપરાય છે તેઓમાં અંદરના નાના ગ્લોબનો કાચ કેટલાક મેકરોના લૅમ્પમાં ખાસ ડીઝાઇનનો બનાવેલો હોય છે. ડાયોપ્ટ્રીક (Dioptric) નામના ગ્લોબમાં નીચલો લગભગ અરધો ભાગ છાપરાંનાં પત્રાંની માફક કૉરૂગેટેડ બનાવેલો હોય છે, જેથી રોશની માત્ર નીચે પડવાને બદલે આસપાસ ફેલાઇને પડે છે. આથી રોશનીનો કેન્ડલ પાવર ઓછો થાય છે, પરંતુ રોશની પંથરાઇને ચોતરફ સરખી પડવાથી આંખને ઘણું સારૂં લાગે છે. ફ્લેમ આર્ક લૅમ્પમાં સાદા કાચના ગ્લોબમાંથી રોશની આડી લીટીના ૬૦ ડીગ્રીને ખૂણે બન્ને બાજુએ લગભગ ૩૦૦૦ કેન્ડલ પાવરની પડે છે; ત્યારે ડાયોપ્ટ્રીક ગ્લોબ સાથે એ રોશની આડી લીટીના ૨૦ ડીગ્રી અને ઉભી લીટીના ૭૦ ડીગ્રીને ખૂણે બધે એકસરખી પંથરાઇને ૧૬૦૦ કેન્ડલ પાવર આપે છે. સાદા કરતાં બેહરા અથવા ઘસેલા કાચના ગ્લોબ લગભગ ૩૦ ટકા અને દુધ્યા કાચના ગ્લોબ લગભગ ૫૦ ટકા ઓછી રોશની આપે છે.

આર્ક લૅમ્પની રોશનીની વેંહચણી (Distribution of Arc Lamps)—જો ૧૦ એમ્પીઅરના આર્ક લૅમ્પ જમીનથી ૨૫ ફીટની ઉંચાઇએ ટાંગવામાં આવે તો તેઓ વચ્ચે ૮૦ ફીટનો તફાવત રાખી શકાય છે. વર્કશૉપો અને કામ કરવાની જગ્યામાં ૧૫ ફીટની ઉંચાઇએ લૅમ્પ ટાંગવામાં આવે છે.

આર્ક લૅમ્પ સીરીઝમાં (Arc Lamps in Series) જોડેલા હોય ત્યારે સરકીટ ઉપર ડાઇનેમોની નજદીકમાં હંમેશાં એક એમ્પીઅર મીટર હોવો જોઇએ, જેમાં એક સરખા એમ્પીઅરનો કરન્ટ દેખાયા કરે એવી રીતે ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવામાં આવે છે. જેમ કરવા માટે જો ડાઇનેમો સીરીઝ વાઉન્ડ હોય તો મેન સરકીટનો રીઝીસ્તન્સ, અને જો શન્ટ વાઉન્ડ હોય તો ફીલ્ડ મેગનેટનો રીઝીસ્તન્સ ઓછો વધતો કરવામાં આવે છે. આર્ક લૅમ્પના સીરીઝ સીસ્તમને (constant current system) કૉન્સ્તન્ટ કરન્ટ સીસ્તમ પણ કહેવામાં આવે છે. રસ્તાઓની બત્તીઓ માટે એ સીસ્તમ વપરાય છે. એ માટેનો ડાઇનેમો ખાસ બનાવેલો હોય છે, જે પોતાની મેળે કરન્ટને રેગ્યુલેટ કરતો રહી એક સરખો કરન્ટ (એમ્પીઅર) આપ્યો જાય છે. સીરીઝ સીસ્તમની ગોઠવણ ઘણી સહેલ થઇ શકે છે, અને ત્રાંબાના તારના ખરચમાં પણ ઉગાળો થાય છે; પણ જેમ એક સીરીઝમાં લૅમ્પ વધારે હોય તેમ વોલ્ટેજ પણ વધારે રાખવા પડે છે—એટલે કે જો એક લૅમ્પ ૪૫ વોલ્ટ ખાતો હોય અને તેવા ૨૦ લૅમ્પ સીરીઝમાં હોય તો ૯૦૦ વોલ્ટનો પ્રેસર રાખવો પડે છે. જો એક લૅમ્પ કામ કરતો બંધ પડે તો એક કટઆઉટ પોતાની મેળે ઉઘડી જઇ બાકીના બીજા લૅમ્પોનો સરકીટ તૂટવા દીયે નહી. જ્યાં માત્ર ૨ થી ૫ લૅમ્પો સીરીઝમાં જોડવા હોય ત્યાં કૉન્ટસ્ટન્ટ પોતેન્શીઅલ સીસ્તમ (constant potential system) ઉપર લૅમ્પો જોડવામાં આવે છે, જેની મતલબ સરકીટમાં વોલ્ટેજ એક સરખો રાખવાની હોય છે, જેમાં જો કોઇ લૅમ્પ કામ કરતો બંધ થાય તો એક કટઆઉટ પોતાની મેળે ઉઘડી જઇ એક રીઝીસ્ટન્સમાંથી કરન્ટ પસાર કરે છે, જેથી બીજા લૅમ્પોના વોલ્ટેજ ઉપર અસર થતી નથી.

આર્ક લૅમ્પ પેરેલલમાં (Arc Lamps in Parallel) જોડેલા હોય તો સરકીટમાં એક વોલ્ટ મીટર જરૂર હોવો જોઇએ, જેમાં એક સરખા વોલ્ટનો પ્રેસર દેખાયા કરે તેવી રીતે ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવામાં આવે છે, જે તેની ઝડપ ઓછી વધતી કરવાથી થઇ શકે છે. પૅરેલલ સરકીટમાં વાપરવા માટેના આર્ક લૅમ્પ ખાસ બનાવેલા હોય છે, જેઓમાં એક રીઝીસ્ટન્સ મૂકેલો હોય છે, જેથી જો કે લાઇનમાં વોલ્ટેજ ૧૧૦ હોય તે છતાં તે રીઝીસ્ટન્સમાંથી પસાર

થઇને કારબનના આર્કમાં તેનો પ્રેસર આસરે ૭૫ થી ૮૦ વોલ્ટ જેટલો રહે. એ વોલ્ટેજ બરાબર રાખવા માટે જુદા જુદા મેકરો જુદી જુદી ગોઠવણો પોતાના લૅમ્પોમાં રાખે છે, જે તે લૅમ્પો સાથે આપવામાં આવતી છાપેલી સુચનાઓ ઉપરથી માલમ પડે છે.

ઓપન આર્ક લૅમ્પ (Open Arc Lamp) માં કારબનો ખુલ્લી હવામાં બળતા હોવાથી તેઓ ઘણા જલ્દી બળી જાય છે અને ઘણા ખપે છે. કાચના ગ્લોબમાં પણ હવા આવજાવ કરી શકે છે. એમાં ૧૦ થી ૨૦ કલાક પછી નવા કારબન નાખવા પડે છે. એવી જાતના લૅમ્પ ૪૦૦ થી ૧૨૦૦ કેન્ડલ પાવરના આવે છે, અને તેઓ ડી. સી. કરન્ટ સાથે ફક્ત ૪૦ થી ૪૫ વોલ્ટ ઉપર દર એક કેન્ડલ પાવર દીઠ આસરે ૧ વૉટ પાવર ખાય છે, અને એ. સી. કરન્ટ સાથે ૨૭ થી ૩૨ વોલ્ટ ઉપર ૧½ થી ૨ વૉટ દર કેન્ડલ પાવર દીઠ પાવર ખાય છે. એવા લૅમ્પ ડી. સી. કરન્ટ સાથે જમીનથી ૧૫ થી ૨૦ ફીટની ઉંચાઇએ અને એ. સી. સાથે ૨૦ થી ૩૦ ફીટની ઉંચાઇએ ટાંગવામાં આવે છે. એમાં કારબનનો ખપ દર કલાકે ૧ થી ૧½ ઇંચ હોય છે. ડી. સી. કરન્ટ સાથે નીચલા કારબન કરતાં ઉપલો કારબન બમણો ખપે છે. અને કેન્ડલ પાવરનાં પ્રમાણમાં દરેક લૅમ્પ ૬ થી ૧૦ એમ્પીઅર કરન્ટ ૪૫ વોલ્ટે ખાય છે. ઘણી ખરી બધી રોશની ઉપલો કારબનજ નાંખે છે. ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ ઉપર બન્ને કારબનો એક સરખા ખપે છે. આર્ક લૅમ્પોમાં ડી. સી. કરતાં એ. સી. કરન્ટ ૩૦ ટકા વધારે ખપે છે, પણ એ. સી. વાપરતાં બન્ને કારબનો એક સરખી રોશની આપે છે. ઓપન આર્કમાં બે કારબનો વચ્ચે આર્ક પડવાની જગ્યા (gap) આસરે એકથી દોઢ દોરો રહે છે. વોલ્ટેજ વધારવાથી આર્ક વધારે લાંબો અને કાંઇક વધારે તેજસ્વિ મલી શકે છે, પરંતુ તેમાં ખપતા વધુ કરન્ટના પ્રમાણમાં વધુ રોશની મલી શકતી નથી. ડી. સી. કરન્ટ હોય તો આસરે ૪૦ વોલ્ટ અને એ. સી. હોય તો આસરે ૩૩ વોલ્ટ પ્રેસર ઓછામાં ઓછો રાખવો પડે છે. એથી ઓછો પ્રેસર રાખવાથી સંપૂર્ણ આર્ક મલી શકતો નથી. ઓપન આર્કમાં દર કેન્ડલ પાવરે .૫ થી .૭ વૉટ પાવર ખપે છે. હાલમાં હવે ફ્લેમ આર્ક લૅમ્પો વધુ વપરાવા લાગ્યાથી ઓપન આર્ક લૅમ્પો વાપરવાનું પસંદ કરવામાં આવતું નથી.

એન્ક્લોઝડ આર્ક લેમ્પ (Enclosed Arc Lamp) માં કાચના ગ્લોબમાં ઘણી હવા આવજાવ નહી કરી શકે તેવા થોડાક ઍરટાઇટ બંધિઆર હોય છે જેથી કારબન જલ્દી બળી જતા નથી, અને એવા કેટલાક લેમ્પોમાં ૧૦૦ થી ૧૫૦ કલાક સુધી કારબન નવા નાખવા પડતા નથી. એ લેમ્પ ૮૦ થી ૯૦ વોલ્ટ ઉપર કામ કરતા હોવાથી વધારે કરકસરભરેલા કહેવાય છે, અને ૪૦૦ થી ૯૦૦ કેન્ડલ પાવરના બનાવવામાં આવે છે, જેઓ દર કેન્ડલ પાવર દીઠ ૧½થી ૨ વૉટ પાવર ખાય છે. એ જાતના લેમ્પમાં બે કાચના ગ્લોબ હોય છે, અને અંદરના ગ્લોબ ઉપર કારબનની વેપર કન્ડેન્સ્ડ થઇ તેનો કાચ ઝાંખો નહી કરે તે માટે જુદા જુદા મેકરો જાતજાતની ગોઠવણ કરે છે. કેટલાક બંધ આર્ક લેમ્પ થોડીક મીનીટ સળગાવીને જો બુજાવી નાખવામાં આવે તો તેના ગ્લોબમાં જે કારબોનીક એસીડ ગૅસ (સીઓ૨) થઇ રહેલી હોય છે, તેમાં થોડીક બાહેરની હવા ચુશાતાં તે કારબોનીક ઑક્ષાઇડ ગૅસ (સીઓ) બની જાય છે, અને પછી પાછો તુરત લેમ્પ સળગાવતાં એ ગૅસ સળગીને ફાટવાથી કાચનો ગ્લોબ ફાટી જાય છે. આમ થતું અટકાવવા માટે કેટલાક મેકરો એવા લેમ્પો ઉપર રીલીફ વાલ્વ મૂકે છે. બંધ આર્ક લેમ્પમાં કારબનનો ખપ દર કલાકે આસરે અરધા દોરાથી એક દોરા જેટલો થાય છે. એક સરખા કેન્ડલ પાવર માટે ઓપન આર્ક કરતાં બંધ આર્ક આશરે ૫૦ થી ૬૦ ટકા વધુ પાવર ખાય છે.

એ જાતના લેમ્પમાં નીચલો કારબન અંદરના બંધિઆર ગ્લોબમાં રાખેલો હોય છે. એ ગ્લોબ આસરે પાંચ ઇંચ લાંબો અને અઢી ઇંચ ડાયામેટરનો ઇંડાંરીકો હોય છે, જે નીચેથી તદન બંધ હોય છે અને તેને ઉપલે મથાળેથી ઉપલા પોઝીટીવ કારબનનો નીચલો છેડો માત્ર ગ્લોબમાં ઘુસાડેલો હોય છે. શુરૂઆતમાં આર્ક સળગતાંજ અંદરની હવા માહેલી ઑક્ષીજન બધી બળી જઇ ગ્લોબમાં માત્ર હવા માહેની બાકીની નાઇટ્રોજન ગૅસ અને કારબોનીક એસીડ ગૅસ રહી જાય છે, જેથી કારબનનો ખપ થોડો થાય છે, કારણ કે કારબનને બળવા માટે ઑક્ષીજન ગેસ જોઇએ છે, જે વધુ હવા ગ્લોબમાં આવી શકતી નહી હોવાથી પુરતી મળી શકતી નથી.

હવા ઑક્ષીજન અને નાઇટ્રોજન ગૅસની બનેલી હોય છે, જે માહેલી ઑક્ષીજન ગૅસ કારબનના સંબંધમાં આવતાંજ બળી જઇને

કારબોનીક એસીડ ગૅસ થાય છે. ખુલ્લા કરતાં બંધ આર્કની રોશની વધારે પંથરાઇને પડે છે, કારણુ કે એમાં બળતા કારબનના છેડા બળીને સપાટ (flat) થઇ રહે છે.

એ જાતના લૅમ્પ ડી. સી. કરન્ટ ઉપર ૩ થી ૭ એમ્પીઅર કરન્ટ કેન્ડલ પાવરના પ્રમાણુમાં ખાય છે. પાંચ એમ્પીઅર કરન્ટ ખાતા લેમ્પમાં બે કારબન વચ્ચેનો તફાવત અથવા આર્કની લંબાઇ આસરે ૩ દોરા રાખવામાં આવે છે.

ફ્લેમ આર્ક લેમ્પ (Flame Arc Lamp)—આ જાતના આર્ક લૅમ્પમાં વપરાતા કારબનની બનાવટમાં ખાસ જાતની રસાયની મેળવણીઓ ભેળેલી હોય છે, જેથી એમાં વપરાતા કારબન કીમ્મતમાં ઘણા મોંઘા હોય છે, પણ એની રોશની બીજી બધી જાતની રોશનીઓ કરતાં અતિશય તેજસ્વિ અને ઉત્તમ હોય છે. એ જાતના લૅમ્પ મોટા પાયા ઉપર ખુલ્લી જગામાં રોશની કરવા માટે વપરાય છે. વળી કારબનની બનાવટમાં વપરાયલા જૂદા જૂદા રસાયની પદાર્થ મુજબ એ લૅમ્પો જુદા જુદા રંગની રોશની આપે છે. એમાં ઘણું-ખરૂં કારબનો આવી \/ રીતે મુકવામાં આવે છે. ઓપન ફ્લેમ આર્ક લૅમ્પ ૩૫ થી ૪૫ વોલ્ટ ઉપર અને એન્કલોઝડ (બંધ) ફ્લેમ આર્ક લૅમ્પ ૫૦ થી ૧૦૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલી શકે છે, અને દર કેનડલ પાવર દીઠ ઓપન ફ્લેમ માત્ર .૨ થી .૩ અને એન્કલોઝડ ફ્લેમ .૨ વૉટ પાવર ખાય છે. ઓપન ફ્લેમમાં ૧૦ થી ૨૦ કલાક કારબન ચાલે છે, જ્યારે એન્કલોઝડમાં ૬૦ થી ૮૦ કલાક ચાલે છે, અને એ જાતના લૅમ્પો ૨૦૦૦ થી ૪૦૦૦ કેન્ડલ પાવર યા વધુના મળી શકે છે. એમાં ડી. સી. અને એ. સી. કરન્ટ માટે જૂદી જૂદી જાતના કારબનો વાપરવામાં આવે છે, જે કારબનોની બનાવટમાં જુદી જુદી જાતની રસાયની મેળવણી કરેલી હોય છે. કેટલાક કારબનોમાં તાર હોય છે. એ લૅમ્પમાં વપરાતા રસાયની કારબનો બળતી વખતે એક જાતની ગૅસ અથવા વેપર ઉત્પન્ન કરે છે, જે અતિશય તેજસ્વિ રોશની આપે છે. માટે એ જાતના લૅમ્પમાંથી મલતી રોશની કારબનની નહી પણ વેપરની હોય છે. એ લૅમ્પમાં વળી ઉપર નીચે કારબનો નહી હોવાથી બીજા લૅમ્પોમાં નીચલા નેગેટીવ કારબનનો જે ઓથો જમીન ઉપર પડે છે, તે આવા લૅમ્પમાં પડતો નથી.

મેગ્નેતાઇટ આર્ક લૅમ્પ (Magnetite Arc Lamp)–લાંબો વખત સુધી કાંઇબી ધ્યાન આપ્યા વગર બળતો આર્ક લૅમ્પ શોધી કાહડવા માટે કારબનને બદલે બીજી વસ્તુઓ ઉપર અખતરા કરવામાં આવ્યા, જેનાં પરિણામમાં આ લૅમ્પ શોધી કહાડવામાં આવ્યો. એમાં પૉઝીટીવ જાડા ત્રાંબાના સળિઆનો બનાવવામાં આવે છે, અને નેગેટીવ માટે લોખંડના કાટ (oxide of iron)માં બીજી ધાતુઓ મેળવીને મેગ્નેતાઇટનો સળિઓ બનાવવામાં આવે છે. એ લૅમ્પ ઘણી તેજસ્વિ રોશની આપે છે. ચાર એમ્પીઅરવાલા લૅમ્પમાં પૉઝીટીવ કૉપર ૬૦૦૦ થી ૮૦૦૦ કલાકો સુધી ચાલે છે અને નેગેટીવ સળિઓ ૧૭૫થી ૨૦૦ કલાકો સુધી ચાલે છે. એમાં દર કેન્ડલ પાવર દીઠ .૭ વૉટ પાવર ખપે છે. સાડા છ એમ્પીઅરવાલા લૅમ્પમાં કૉપરનો સળિઓ ૧૦૦૦ થી ૨૦૦૦ કલાક, મેગ્નેટાઇટનો સળિઓ ૧૦૦ થી ૧૩૦ કલાક ચાલે છે અને કેન્ડલ પાવર દીઠ .૫ વૉટ પાવર ખાય છે.

આર્ક લૅમ્પની સંભાળ (Care of Arc Lamps)–આર્ક લૅમ્પનાં યંત્રમાં તેલ કદીબી નાખવામાં આવતું નથી. જૂદા જૂદા મેકરોના લૅમ્પ જૂદી જૂદી જાતનાં યંત્રો ધરાવતા હોવાથી લૅમ્પને વપરાસમાં લેવા અગાઉ તેનો ઘટતો અભિયાસ કરવો જોઇએ. આર્ક લૅમ્પમાં નવા કારબન નાખતી વખતે તેઓને એમરી પેપર વડે કદીબી ઘસીને સાફ કરવા નહી, પણ ફકત સુકકાં નરમ લુગડાં વડેજ સાફ કરવા. પૉઝીટીવ તાર હમેશાં ઉપલા કારબન સાથે જોડવો; જો તે ભુલમાં નીચલા કારબન સાથે જોડાશે તો રોશનીનાં કિરણો ઉપલી તરફ ફેંકાશે. તેમ જો જણાય તો તુરત કનેકશન ઉલટાવી નાખવાં. બન્ને કારબનોની અણીઓ તદન સિધી લાઇનમાં રહેવી જોઇએ, અને બે અણીઓ વચ્ચેની જગા એકથી દોહડ દોરો રહેવી જોઇએ. દરેક લૅમ્પ સાથે તેના મેકર છાપેલી સુચનાઓ મોકલે છે તેનો સંભાળથી અભિયાસ કરવાની ઘણી જરૂર છે, કારણ કે દરેક મેકરની બનાવટમાં ફરક રહે છે. આર્ક લૅમ્પની સંભાળમાં ત્રણ ચીજોની ખાસ જરૂર છે. એક તો એ કે આર્કની ટેમ્પરેચર બને તેટલી વધુ રહેવી જોઇએ, જેથી વધુમાં વધુ રોશની મળે. બીજું એ કે લૅમ્પમાં બને તેટલી ઓછી હવા આપવી જોઇએ કે જેથી કારબનો ઓછા ખપે અને લાંબો વખત ચાલે. (એ માટે હવા દાખલ કરવાનાં

ખાસ રાખેલાં છીદ્રો બંધ કરી નહી દેવાં). અને ત્રીજું એ કે લૅમ્પમાં હવા જોરથી ફુંકાઇને આર્ક હાલ્યા નહી કરે તેની સંભાળ રાખવી. સારા મેકરના લૅમ્પોમાં આવી ગોઠવણ કરી રાખેલી હોય છે. આર્ક લૅમ્પના કાચના ગ્લોબ હમેશાં અંદરથી સાફ કરવા જોઇએ.

આર્ક લૅમ્પ માટે જોઇતો વોલ્ટેજ (Voltage for Arc Lamps)—જૂદી જૂદી જાતના આર્ક લૅમ્પો માટે વિજળીનો પ્રેસર યાને વોલ્ટેજ જૂદા જૂદા જોઇએ છે, જે વિશે ઉપર સમજાવવામાં આવ્યું છે. જો એક લૅમ્પ ૪૫ વોલ્ટ પ્રેસર ખાતો હોય તો ૫ લૅમ્પ સીરીઝમાં જોડવા માટે ૪૫×૫=૨૨૫ વોલ્ટ પ્રેસર સરકીટમાં રહેવો જોઇએ; પણ બધા લૅમ્પ એકસરખી રોશની આપે તે માટે એ કરતાં પણ સહેજ વધુ પ્રેસર સરકીટમાં રાખવો પડે છે, અને જો ડાયરેક્ટ (D. C.) અથવા કનટીન્યુઅસ કરન્ટ હોય તો વોલ્ટેજ એકસરખો રાખવા માટે એક જુદો રીઝીસ્ટન્સ રાખવો પડે છે, જે વધારાનો પ્રેસર પોતે સમાવી દેયા કરે. ૧૦૦ થી ૧૧૫ વોલ્ટના ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ (A.C.) માટે એક ચોકીંગ કૉઇલ (choking coil) બે લૅમ્પો સાથ સીરીઝમાં વપરાય છે જે વોલ્ટેજ એકસરખો રાખે છે. એ. સી. કરન્ટ ઉપર બળતા લૅમ્પો કરતાં ડી. સી. કરન્ટ ઉપર બળતા લૅમ્પો વધારે વરકીંગ પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજ ખાય છે, તે છતાં ડી. સી. કરન્ટ માટે સરકીટમાં જેટલો વધારાનો (extra) વોલ્ટેજ જોઇએ, તે કરતાં વધારે એ. સી. કરન્ટ માટે સરકીટમાં રાખવો પડે છે. ૧૨૫ થી ૨૧૦ વોલ્ટના એ. સી. કરન્ટ માટે ૧૧૦ સુધીનો વોલ્ટેજ આપી શકે તેવો ટ્રાન્સફોરમર (transformer) રાખવામાં આવે છે, અને બે લૅમ્પો સીરીઝમાં જોડવામાં આવે છે. ૨૨૦ થી ૨૪૦ વોલ્ટના એ. સી. કરન્ટ માટે એક સમતોલ પ્રેસર કરનારો બેલેન્સીંગ ટ્રાન્સફોરમર રાખવામાં આવે છે, જે અરધા વોલ્ટેજની બે જુદી જુદી લાઇનો આપે છે, અને તે દરેક લાઇન ઉપર બબે લૅમ્પ સીરીઝમાં મુકવામાં આવે છે.

આર્ક લૅમ્પોની બનાવટ હવે એટલી બધી સુધારવામાં આવી છે કે સીરીઝ કે પેરેલલમાં, છુટા કે ઇન્કેન્ડીસન્ટ લૅમ્પોનાજ સરકીટ ઉપર, ડી. સી. કે એ. સી. કરન્ટ ઉપર, ગમે તે વોલ્ટેજ અને ગમે તેટલા કરન્ટના લૅમ્પો હવે મળી શકે છે. એવા લૅમ્પો ગોઠવતી વખતે તેઓ સાથ મેકર

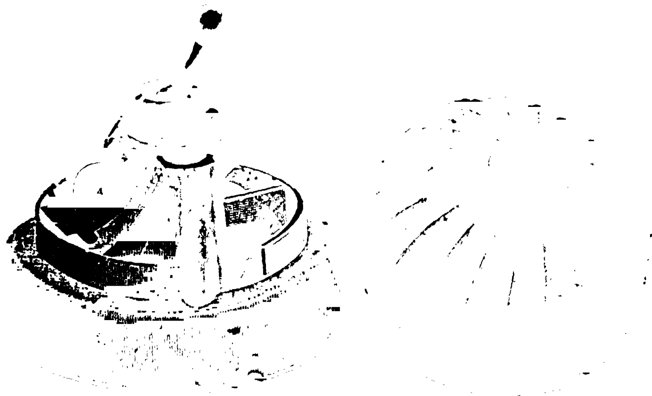
તરફથી આપવામાં આવતી છાપેલી સુચનાઓ મુજબ તેઓના કરન્ટ અને વોલ્ટેજ બરાબર ગોઠવીને પછીજ ચાલુ કરવામાં આવે છે.

પ્રકરણ—૧૨.

સ્વીચ અને ફ્યુઝ.

SWITCHES AND FUSES.

સ્વીચ (Switch)—વિજળીના સરકીટને ચાલુ બંધ કરવા માટે વપરાતી ચાવીને સ્વીચ કહે છે. સ્વીચ ઘણી જાતની અને સીંગલ પોલ તથા ડબલ પોલની આવે છે, અને એવી રીતે બનાવેલી હોય છે કે તેનું હેન્ડલ ગમે તેટલું હળવેથી દબાવતાં કે ખેંચતાં સ્વીચ પોતે એક સ્પ્રીંગની મદદથી ઘણી ઝડપથી જોડાણમાંથી છૂટી જાય છે. જો એમ નહિ થાય તો સ્વીચ હળવેથી ખોલતી વખતે તેનો સંબંધ વિજળીના સરકીટથી છૂટતાંજ જોડાણના બે ભાગો વચ્ચે વિજળીનું બળતું (electric arc) ઉત્પન્ન થાય, અને તે ભાગોને બાળી નાખે. વિજળીનો એક એવો નિયમ છે કે એક ચાલુ સરકીટનો સંબંધ છૂટો કરતાંજ, જ્યાં સુધી તે છૂટા પાડેલા બે છેડા ચોક્કસ અંતરે રહે ત્યાં સુધી, એક છેડામાંથી વિજળી છલંગ (jump) કરી ને બીજા છેડામાં એક બળતાંનાં આકારમાં જાય છે, અને જો એ અંતર નિભાવી રાખ્યો હોય તો તે બળતું, જેને આર્ક (arc) કહે છે, તે પણ બળ્યા કરે છે. વિજળીના પોઝીટીવ અને નેગેટીવ તારના છેડા એક બીજાને લગાડી છૂટા પાડતાંજ જે ચિંગારી પડે છે તે ઘણાકોના જોવામાં આવી હશે.



ચિત્ર ના૦ ૪૫.

ટમ્બલર સ્વીચ.

સ્વીચ સખ્ત કરેલાં ત્રાંબાંની બનાવેલી હોય છે, અને બળી નહિ શકે તેવી ચીજો જેવી કે મારબલ, સ્લેટ, કોડી વગેરે ઉપર તે જડેલી હોય છે. સ્વીચનાં હેન્ડલ સખ્ત કરેલાં રબરનાં કે અબનુસનાં લાકડાંનાં હોય છે, કે જેમાંથી વિજળી પસાર થઇ શકે નહી અને હાથને ઝટકો લાગે નહી.

સ્વીચમાં જોડાતા ત્રાંબાના ભાગોનો એરીઆ ઓછામાં ઓછો ૧૦૦૦ એમ્પીઅર દીઠ એક સ્કવેર ઇંચ રાખી શકાય છે, જોકે ચાલુ વોલટેજ માટે એરીઆ ૧૨૫ થી ૧૫૦ એમ્પીઅર દીઠ એક ચોરસ ઇંચ રાખવાનું તદન સાધારણ છે. દરેક સ્વીચ ચાલુ કરન્ટ કરતાં ૫૦ ટકા વધુ કરન્ટ પસાર કરી શકે એટલી મોટી વાપરવામાં આવે છે. પીત્તળની સ્વીચ માટે દર ૬૦૦ થી ૭૦૦ એમ્પીઅર દીઠ એક સ્કવેર ઇંચ રાખવામાં આવે છે.

એક મકાનની બધી સ્વીચો નેગેટીવ કે પોઝીટીવ કોઇબી એકજ તાર ઉપર ગોઠવવી જોઇએ. થોડીક નેગેટીવ અને થોડીક પોઝીટીવ ઉપર એ પ્રમાણે ગોઠવવી નહી જોઇએ.

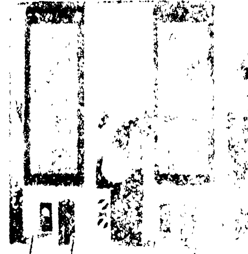
સીંગલપોલ સ્વીચ માત્ર એકજ તારનો સંબંધ છૂટો કરવા વપરાય છે, જ્યારે ડબલપોલ સ્વીચ પોઝીટીવ અને નેગેટીવ બન્ને તારોના સંબંધ એકકી વખતે છૂટા કરે છે.

નાઇફ સ્વીચ (Knife Switch) ચિત્ર ના૦ ૪૬ માં બતાવી છે, જે મીડલેન્ડ ઇલેકટ્રીક મેન્યુફેકચરીંગ કંપનીની બનાવટ છે, જેના એજંટ મુંબઇમાં મેસર્સ એચ. એલ. રોશાની કુાં૦ (Messrs H. L. Rochat & Co) છે. એ જાતની સ્વીચો સ્વીચ બૉર્ડ ઉપર

ચિત્ર ના૦ ૪૬.
નાઇફ સ્વીચ.

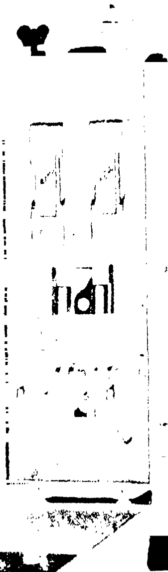
જોડવા માટે વપરાય છે. ચિત્રમાં એક તારની સીંગલ પોલ (single pole) સ્વીચ બતાવી છે, પણ એવી ડબલ પોલ સ્વીચ પણ મળી શકે છે. એ સ્વીચ ત્રાંબાંની બનાવવામાં આવે છે. એ કંપનીની સ્વીચો વગેરે ટુંકમાં એમ. ઇ. એમ. (MEM) તરીકે ઓળખાય છે.

આયર્ન કલૅડ સ્વીચ (Iron Clad Switch) ચિત્રો નાં ૪૭-૪૮ માં ઉપલાજ મેકરની બતાવી છે. એ સ્વીચ જ્યાં મોટા કરન્ટ વપરાતા હોય ત્યાં વાપરવામાં આવે છે. એ સ્વીચને લોહડાંની પેટીમાં બંધ કરેલી હોય છે તેથી એને આયર્ન કલૅડ કહે છે. એના ઢાંકણાં અને હૅન્ડલને એવો સંબંધ રાખેલો હોય છે કે જ્યાં સુધી સ્વીચને ખોલી નાખી "ઑફ" (off) કરવામાં નહી આવે ત્યાં સુધી ઢાંકણું ઉઘડતું નથી. બાહેરની ખુલ્લી જગામાં એવી સ્વીચ રાખવી હોય તો ઢાંકણાંમાંથી અંદર પાણી નહી જાય તેવી રીતનું વૉટરટાઇટ ઢાંકણું બનાવવામાં આવે છે. ચિત્રમાં બતાવેલી સ્વીચ ડબલ પોલની છે. સ્વીચની કબાટની અંદર એક જાતનો વિજળી પસાર નહી કરે તેવો ઇન્સ્યુલેટીંગ ઇનેમલનો રંગ લગાડવામાં આવે છે.



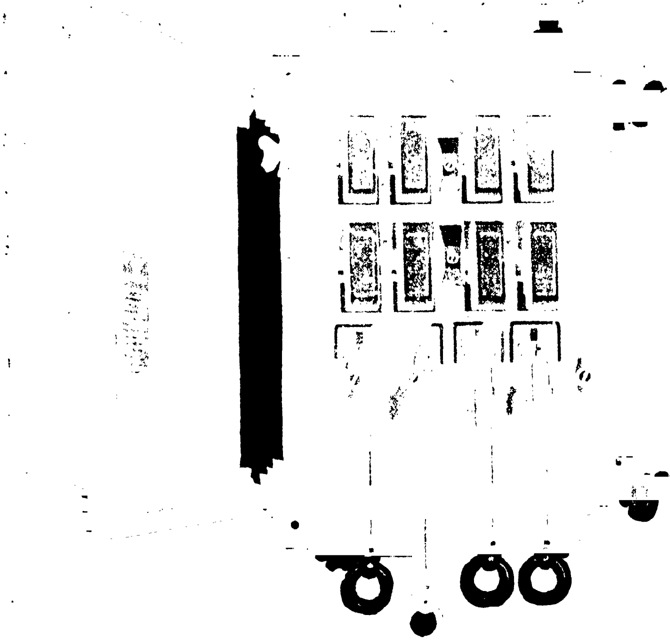
ચિત્ર નાં ૪૭.
આયર્ન કલૅડ સ્વીચ.

ઑઇલ સ્વીચ (Oil Switch)–ઘણા હાઇ વોલ્ટેજ માટેની સ્વીચ હવામાં ખુલ્લી રાખી શકાતી નથી, માટે તેને એક તેલ ભરેલાં વાસણમા બંધ રાખવામાં આવે છે, અને તેલમાં ડુબેલી સ્વીચ બાહેરથી ચાલુ બંધ કરી શકાય છે, જેથી તેમાંથી મોટું બળતું (arc) બાહેર નિકવાનો સંભવ રહેતો નથી. એવી રીતે સ્વીચ તેલમાં બંધિઆર રહેવાથી તેને સાધારણ સ્વીચ જેવી જલ્દી ખુલે એવી (quick breaking) બનાવવાની જરૂર રહેતી નથી. ઘણા મોટા પાવર હાઉસોમાં મોટી સ્વીચો તો નાના ઇલેક્ટ્રીક મોટરની મદદથી ખુલ્લી (on) કે બંધ (off) કરવામાં આવે છે.



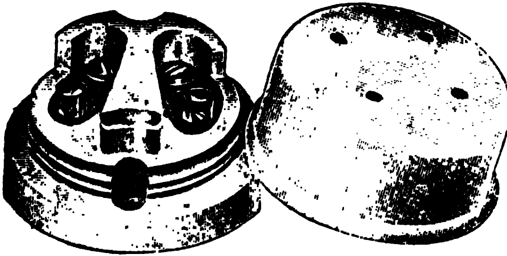
ચિત્ર નાં ૪૮.
આયર્ન કલૅડ સ્વીચ
ફ્યુઝ સાથે.

ક્વીક મેક એન્ડ બ્રેક સ્વીચ ચિત્ર નાં ૪૯ માં બતાવેલા સ્વીચ અને ફ્યુઝ બૉક્ષમાં બતાવી છે, જે ખાસ કરીને કારખાનાઓમાં વપરાય છે. એ સ્વીચો બંધ બૉક્ષમાં રાખવામાં આવે છે, પણ બાહેરથી જ નીચે બતાવેલાં કડાં ખેંચતાં ઘણી ઝડપથી ચાલુ કે બંધ કરી શકાય છે. સ્વીચો ચાલુ કે બંધ કરતાં પડતી ભિંગારીથી નુકસાન થતું અટકાવવા ખાતર દરેક સ્વીચને ઇન્સ્યુલેટ કીધેલા છત્ર (shield) માં રાખવામાં આવે છે.



ચિત્ર નં૦ ૪૯.
એમ. ઇ. એમ. ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બૉક્ષ.

કટ આઉટ અથવા ફ્યુઝ (Cut-out or Fuse)



ચિત્ર નં૦ ૫૦
પાંચ એમ્પીઅરની ફ્યુઝ

વિજળીની બતી માટે વપરાતા ત્રાંબાના જુદી જુદી જાડાઇના તાર પોતામાંથી વિજળીનો ચોકકસજ જથ્થો પસાર કરી શકે છે. જો એક ચોકકસ જાડાઇના તારમાંથી જોઇએ તે કરતાં વધારે વિજળીનો જથ્થો પસાર કરવામાં આવે તો તે ગરમ થઇ જાય છે, અને ઘણીકવાર એટલો બધો ગરમ થઇ જાય છે કે તે પીગળી જાય છે, અને આસ પાસ કાંઇ સળગી ઉઠે એવી ચીજ

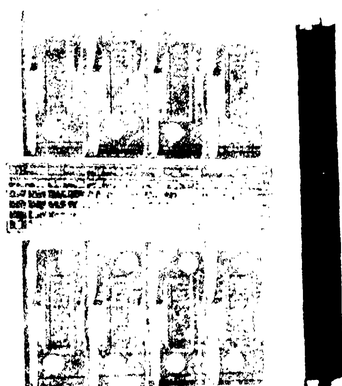
હોય તો તે સળગી ઉઠે છે. ત્રાંબાના જુદાં જુદાં નંબરના તાર સહેલાઇથી પોતામાંથી વિજળીનો કેટલો જથ્થો પસાર કરી શકે છે તે કોઠા નાં૦ ૨ માં આપ્યું છે. હવે કોઇ વેળા જોઇતા નંબરનો તાર નાખવા છતાંબી સરકીટમાં કોઇ ઠેકાણે શૉર્ટ સરકીટ થવાથી યા બીજાં કારણોને લીધે વિજળીનો અસાધારણ જથ્થો પસાર થઇ તે તારને ગરમ કરી આગ લગાડે છે. તેના અટકાવ તરીકે કટઆઉટ અથવા સેફ્ટી ફ્યુઝ વપરાય છે, જે એવી વખતે સરકીટનો તાર ગરમ થઇ પીગળી જાય તે પહેલ્લાં પોતે પીગળી જઇને વિજળીને તેમાંથી પસાર થતી કાપી નાખે છે. એવા કટઆઉટ ડાઇનેમોની પાસે સ્વીચ બોર્ડ ઉપરની દરેક લાઇન સાથે એક એક રાખેલા હોય છે. અગાઉ ઘણે ઠેકાણે દરેક બતીઓ આગળ તથા તારના દરેક સાંધા અને શાખા તારના કનેકશન આગળ ફ્યુઝ રાખવામાં આવતી હતી, પણ હવે નવી રીત પ્રમાણે વાયરીંગ કરવામાં આવતું હોવાથી બધી ફ્યુઝ એક ઠેકાણે લાવી મૂકવામાં આવે છે. ઘણીક વાર તારોનો સાંધો બરાબર નહી કરેલો હોવાથી તેમાંથી વિજળી પસાર થતાં ઘણો અટકાવ નડે છે જેથી સાંધો ગરમ થઇ આગ લાગે છે. માટે દરેક એવા સાંધા આગળ કટઆઉટ જરૂર જોઇએ.

કટઆઉટની બનાવટ ઘણી સાદી હોય છે. એમાં ઘણું ખરૂં કલ્લઇ અથવા સીસાંનો તાર હોય છે, જે ગરમ થવાથી ત્રાંબા કરતાં જલ્દી પીગળી જઇ સરકીટ તોડી નાખે છે. કેટલાકો તો કલ્લઇ અથવા સીસાંના તારને બદલે ઘણોજ પાતળો ત્રાંબાંના તારનોજ ફ્યુઝ નાખ્યો હોય તો તે વધારે ભરૂસો રાખવા લાયક ગણે છે, કારણ કે કલ્લઇ કરતાં ત્રાંબુ વહેલું ગરમ થતું હોવાથી તે વહેલું લાલ થઇ ચેતવણી આપે છે. પણ ૧૦ એમ્પીઅરથી ઓછા કરન્ટ માટે ત્રાંબાનો તાર અતિ બારીક નાખવો પડતો હોવાથી તે સગવડ ભરેલો થઇ પડતો નથી. માટે તેવા નાના કરન્ટ માટે કલ્લાઇનો તાર વાપરવો સારો છે. એ ફ્યુઝ વાયર કમીમાં કમી ૧½ ઇંચથી ઓછી લંબાઇનો નહી હોવો જોઇએ. એવા કટઆઉટ હમેશાં કોડીના બોક્ષમાં બંધ રાખવામાં આવે છે, જેથી તેના સંબંધમાં આવતી કોઇ ચીજ સળગી ઉઠે નહી. એક જાડા તારની ફ્યુઝને બદલે કેટલાક પાતળા તારો સાથે બાંધી બનાવેલી ફ્યુઝ વધારે પસંદ કરવા જોગ છે. બાઇમેટલ ફ્યુઝ (bi-metal)માં ત્રાંબાના તાર ઉપર સીસાંનું ખોલું ચહડાવેલું હોય છે, જે સર્વેથી વધારે સારી ફ્યુઝ કહેવાય છે. એમાં કરન્ટ વધી જતાંજ પહેલ્લાં સીસાંનું ખોલું ગરમ થઇ પિગળી જાય છે, જેથી અંદરના ત્રાંબાના તારમાં વધુ કરન્ટ જવા લાગતાંજ તે તુરત પિગળી જાય છે; પણ જો માત્ર ત્રાંબાનો તારજ એકલો ફ્યુઝ તરીકે વાપર્યો હોય

તો તે પહેલ્લાં ગરમ થઇ લાલચોળ થઇ ઘણીવારે પિગળે છે. નાનામાં નાનો બાઇમેટલ ફ્યુઝ ૬ એમ્પીઅર સુધીના કરન્ટનો મળી શકે છે, માટે એથી ઓછા કરન્ટ માટે બારીક તીનના કે ત્રાંબાના તારનો ફ્યુઝ વપરાય છે. કોઠા નાં૦ ૭માં આપેલા કરન્ટ ત્રાંબાની ફ્યુઝને એક માનીટમાં પિગલાવી નાખે છે. ૧૦ એમ્પીઅરથી વધુ કરન્ટ માટે ત્રાબાના ફ્યુઝ વાપરવા સારા છે, પણ મોટા કરન્ટની ફ્યુઝો માટે જસતની પાતળી પટીના બનાવેલા ફ્યુઝ હવે વપરાય છે, કારણ કે એની પોહળી સપાટીને લીધે એ જ્યારે ગરમ થાય ત્યારે એની ગરમીનાં કિરણો (radiation) બાહેર જલ્દી પ'થરાઇ જઇને આજુ-બાજુની ચીજોને ગરમ કરતાં નથી.

કોઠો—૭. જૂદી જૂદી ધાતુના તાર પિગળાવી નાખવા માટે જોઇતા કરન્ટ (એમ્પીઅરમાં) અને ફ્યુઝ વાયર.

સ્ટાન્ડર્ડ વાયર ગેજ નંબર.	ત્રાંબાના તાર માટે કરન્ટ એમ્પીઅર.	કલ્લઇના તાર માટે કરન્ટ એમ્પીઅર.	સીસાંના તાર માટે કરન્ટ એમ્પીઅર.
૧૨	૩૪૪	૫૫	૪૬
૧૩	૨૮૬	૪૬	૩૯
૧૪	૨૩૨	૩૭	૩૧
૧૫	૧૯૮	૩૨	૨૭
૧૬	૧૬૬	૨૭	૨૨
૧૭	૧૩૩	૨૧	૧૭
૧૮	૧૦૮	૧૭	૧૪
૧૯	૮૨	૧૩	૧૦
૨૦	૭૦	૧૧	૯
૨૨	૪૮	૭	૬
૨૪	૩૪	૫	૪
૨૬	૨૪	૪	૩
૨૮	૧૮	૩	૨.૫
૩૦	૧૪	૨.૨	૧.૯
૩૨	૧૨	૧.૮	૧.૫
૩૪	૯	૧.૪	૧.૨
૩૬	૬.૮	૧.૦	.૯
૩૮	૪.૭	.૭	.૬
૪૦	૩.૪	.૫	.૪



ચિત્ર નં૦ ૫૧.
ફ્યુઝ બૉક્ષ.

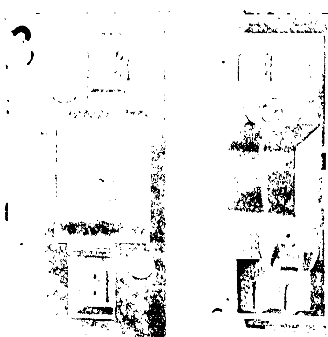
ફ્યુઝવાયરની લંબાઇ (Length of Fuse Wire) જેમ ઓછી હોય તેમ તાર ઠંડો રહે છે, કારણ કે ધાતુના બનાવેલા બન્ને છેડાના ટરમીનલો પોતામાં ફ્યુઝવાયરની ગરમી સમાવી દીએ છે. જો ફ્યુઝ વાયર ઘણો લાંબો હોય તો તે એ કારણને લીધે ટુંકા વાયર કરતાં વધારે ગરમ થાય છે. એટલા માટે ફ્યુઝ વાયર ત્રણ ચાર ઇંચથી વધુ લાંબો રાખવાનું પસંદ કરવા જોગ નથી.

ફ્યુઝ ઓવરલોડ (Fuse Overload)–૨૦ એમ્પીઅરના કરન્ટ માટે કાંઇ ૨૦ એમ્પીઅરે ફ્યુઝ પીગળી જાય તેવો વાપરવામાં આવતો નથી, પણ થોડાક વધુ એમ્પીઅરે તે પીગળે તેવો પસંદ કરવામાં આવે છે. સરકીટના એમ્પીએરેજ કરતાં ફ્યુઝ વાયરનો ઓવરલોડ અથવા એમ્પીએરેજ કેટલા ટકા વધુ રાખવો તે નીચે આપ્યું છેઃ—

પાવર ચલાવતા મોટર માટેની ફ્યુઝ માટે ૨૫ થી ૭૫ ટકા.

રેહવાના મકાનોની મેન ફ્યુઝ માટે ૨૦ થી ૪૦ ટકા.

મકાનોની અાન્ય લાઇનો માટેના ફ્યુઝ માટે ૫૦ થી ૧૦૦ ટકા.



ચિત્ર ના૦ ૫૨.
કેનતાર્ક ફ્યુઝ.

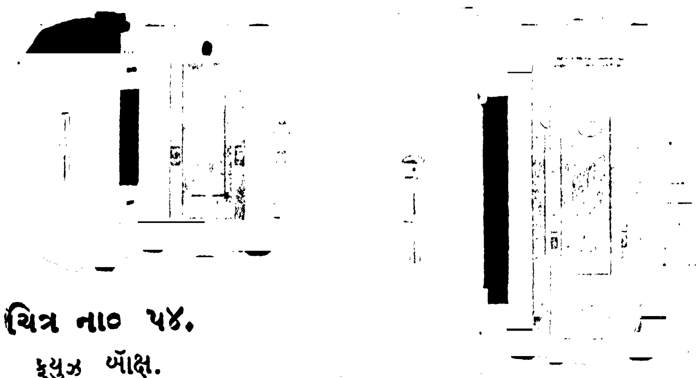
કેનતાર્ક ફ્યુઝ (Kantark Fuse)–ચિત્રા ના૦ ૫૨ માં મીડલેન્ડ ઇલેકટ્રીક કંપનીનો કેનતાર્ક ફ્યુઝ બતાવ્યો છે. એ ચીનીકામ (porcelain) નો બે ટુકડે બનાવેલો છે. ડાબી બાજુનો ટુકડો સ્વીચ બોર્ડ ઉપર જડવામાં આવે છે અને જમણી બાજુનો ટુકડો જેમાં ફ્યુઝ વાયર સ્ક્રુમાં પરોવેલો બતાવ્યો છે તે પહેલા ટુકડામાં માત્ર ખોસી દેવામાં આવે છે. એની બનાવટ ઘણી સાદી છે અને ઝડપથી કાહડીને નાખી શકાય છે. ભયભરેલી જગા માટે ફ્યુઝને લોહડાંની પેટીમાં ચિત્ર ના૦ ૫૪ માં બતાવ્યા મુજબ બંધ કરવામાં આવે છે.



ચિત્ર ના૦ ૫૩.
શીલ્ડા બ્રીજ ફ્યુઝ.

શીલ્ડા બ્રીજ ફ્યુઝ (Shielda Bridge Fuse) એજ કંપનીનો ચિત્ર ના૦ ૫૩ માં બતાવ્યો છે. એ પણ પોરસીલેનનો બનાવેલો છે અને એમાં જોડેલો ફ્યુઝ વાયર ચિત્રમાં જમણા હાથ તરફ દેખાય છે. ફ્યુઝ બળી જતાં એ માત્ર ખેંચી કાહડી નવો તાર નાખી પાછો ખોસી દેવામાં આવે છે, અથવા નવો તાર બાંધી તૈયાર કરી રાખેલા ફ્યુઝ બૉક્ષ ફાલતુ રાખી મેળવામાં આવે છે.

ટ્યુબ્યુલર હેન્ડ ગ્રીપ ફ્યુઝ (Tubular Hand Grip Fuse)—એમાં એક કોડી અથવા ચીનીકામની ટ્યુબને બન્ને છેડે ત્રાંબાના કૉન્ટૅકટ હોય છે, જેની



ચિત્ર નં૦ ૫૪.
ફ્યુઝ બૉક્ષ.

સાથે ફ્યુઝ વાયર સ્ક્રુથી બાંધી તે પોકળ ટ્યુબમાં રાખવામાં આવે છે, અને એ ટ્યુબ સ્વીચ બૉર્ડ ઉપર રાખેલી ત્રાંબાની સ્પ્રીંગ-કલીપમાં ખોસવામાં આવે છે, જેની સાથે બૉર્ડની પછવાડે મેન વાયરનું કનેકશન કીધેલું હોય છે. ફ્યુઝ બળી જતાં ટ્યુબ હાથ વડે સહેલાઇથી ખેંચી કાહડી બીજી ફાલતુ ટ્યુબ ફ્યુઝ વાયરવાળી તૈયાર રાખેલી ખોસી દેવામાં આવે છે.

ફ્યુઝની પસંદગી (Selection of a Fuse)—ખુલ્લા ફ્યુઝ વાયર કરતાં બંધ કવરવાળી ફ્યુઝ વધારે પસંદ કરવા જોગ છે, કારણ કે ખુલ્લા વાયર કરતાં બંધ કીધેલો ફ્યુઝ વાયર વધારે જલદી પિગળીને ઉડી જાય છે. જ્યારે એક કન્ડકટર સાથે બીજો ઓછી ડાયામેટરનો કન્ડકટર સોલડરથી સાંધો મારી જોડયો હોય, ત્યારે એક ફ્યુઝ જરૂર વાપરવી જોઇએ; અને એવી ફ્યુઝો જ્યાં ગમે ત્યાં મૂકવાને બદલે બધી એક જગ્યાએ લાવીને સ્પષ્ટ દેખાય તેવી રીતે મૂકવી જોઇએ. ફ્યુઝમાંથી પિગળેલી ધાતુ પડવાથી જ્યાં આગ લાગવાનો ભય હોય ત્યાં તો કવરમાં બંધ કીધેલી ફ્યુઝજ વાપરવી જાઇએ. ૧૦ એમ્પીઅર સુધીના ચાલુ કરન્ટ માટે ત્રણ ઘણા એમ્પીઅરે ફ્યુઝ વાયર ઉડી જાય તેવી પસંદ કરવી, અને તેથી વધુ કરન્ટ માટે ચાલુ કરન્ટથી બમણા અથવા તેથી ઓછા કરન્ટે ફ્યુઝ વાયર ઉડી જાય તેવાં નંબરનો તાર પસંદ કરવો. વિલાયતી ફ્યુઝ વાયર તૈયાર આવે છે. તે કલ્લઇ અને સીસાંનાં મીશ્રણનો બનાવેલો હોય છે, અને કેટલા ચાલુ કરન્ટ માટે અમુક તાર વાપરવો તે તેના કાટલાં ઉપર લખેલું હોય છે. જેમકે ૧૦

એમ્પીઅરનો તાર ૧૦ એમ્પીઅર ચાલુ કરન્ટની ફ્યુઝ માટે વાપરવો જેથી ૧૦ કરતાં વધુ કરન્ટ થતાંજ તે પિગળી જાય. બંધ જાતની ઘણી તરેહની કારત્રોજ (cartridge) ફ્યુઝ તૈયાર આવે છે, અને તેઓ ઉપર તે કેટલા ચાલુ કરન્ટ માટે વાપરવાની તે ખુલ્લું છાપેલું હોય છે, એ ઘણી સગવડ ભરેલી હોય છે, કારણ કે એવી એક ફ્યુઝ ઉડી જતાં તેનો આખો કારત્રીજ ખેંચી કાહડી બીજો નવો કારત્રીજ ખોસી દેતાં વાર લાગતી નથી. દરેક ફ્યુઝ મારબલ, કોડી, સ્લેટ વગેરે સળગી નહી ઉડે તેવી ચીજ ઉપર બેસાડેલી હોવી જોઇએ. કેટલીક ફ્યુઝો કાચની નળીમાં બંધ કરેલી આવે છે, જેથી તે પિગળી ગઇ હોય તો બાહેરથી જોઇ શકાય છે, તથા પિગળેલી ફ્યુઝનું ટીપું બાહેર પડી નુકશાન કરતું નથી.

શૉર્ટ સરકીટ માટે ફ્યુઝની પસંદગી ઘણી સંભાળથી થવી જોઇએ કારણ કે જ્યારે વાયરીંગમાં કાંઇ ખામી ઉત્પન્ન થવાથી શૉર્ટ સરકીટ થાય ત્યારે કરન્ટનો મોટો જથ્થો એકાએક પસાર થાય છે, અને તે વખતે જો ફ્યુઝ અથવા કટ આઉટ ઘણો નાનો હોય તો કરન્ટનો મોટો જથ્થો તેમાંથી પસાર થતી વખતે કટ આઉટ બળી જવા છતાં પણ નુકસાન કરે છે. નાના કરતાં મોટા ફ્યુઝો લંબાઇમાં વધારે હોવાથી તેઓમાં બ્રેક (break) અથવા ગાળો મોટો પડે છે. માટે મોટા કેબલોમાં થોડો કરન્ટ આપવાનો હોય તે છતાં તે ઉપર ફ્યુઝનો કેરીઅર (fuse carrier) મોટોજ રાખીને તેમાં ફ્યુઝનો તાર જેટલા જોઇએ તેટલા નાના કરન્ટનો વાપરવામાં આવે છે. એ માટે નીચે પ્રમાણે તપાસ કરીને ફ્યુઝ વાયર પસંદ કરવામાં આવે છે.

દાખલો—એક વાયરીંગના ટરમીનલને છેડે લોડ વગર ૪૫૦ વોલ્ટનો પ્રેસર છે. ફુલ લોડ વખતે ૧૫ એમ્પીઅરનો કરન્ટ મલે છે અને ફુલ લોડ સાથે ૪૪૬·૫ વોલ્ટ પ્રેસર મલે છે, જેથી વોલ્ટેજમાં ૩·૫ વોલ્ટ ઘટ (drop) પડે છે, તો શૉર્ટ સરકીટ વખતે કરન્ટ કેટલો મલે?

$$\frac{\text{લોડ વગર વોલ્ટેજ} \times \text{લોડ સાથે એમ્પીઅરેજ}}{\text{વોલ્ટેજ ડ્રોપ}} = \frac{૪૫૦ \times ૧૫}{૩.૫} = ૧૯૨૮ \text{ એમ્પ.}$$

આવી જગ્યાએ ઓછામા ઓછા આસરે ૨૦૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ ખમી શકે તેવો ફ્યુઝ કેરીઅર પસંદ કરવો જોઇએ. આ દાખલામાં ચાલુ કરન્ટ જો કે માત્ર ૧૫ એમ્પીઅર છે, પણ ૧૫ એમ્પીઅરનો ફ્યુઝ કેરીઅર ઘણામાં ઘણો ૧૨૫૦ એમ્પીઅરનો કરન્ટ સહેજવાર ખમી શકે. માટે જો ૩૦ એમ્પીઅરનો ફ્યુઝ કેરીઅર પસંદ કરી તેમાં ૧૫ એમ્પીઅરના કરન્ટ માટેનો ફ્યુઝ વાયર લગાડયો હોય તો તે વધારે અનુકુળ થઇ પડે.

સ્ટીલ ક્યુબીકલ (Steel Cubicle)—જે કારખાનાંમાં પાવર માટે મોટા વોલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજ વપરાતા હોય ત્યાં આજુબાજુ કામ કરનારાઓના રક્ષણ અને સગવડને માટે સ્ટીલની કબાટોમાં સ્વીચો, ફ્યુઝો વગેરે ગોઠવવામાં આવે છે. એવી કબાટોને ક્યુબીકલ કહે છે, જેવી એક મેટ્રોપોલીટન-વીકર્સ (Metropolitan-Vickers) મેકરની ચિત્ર નાં૦ ૫૫ માં બતાવી છે. એવી ક્યુબીકલમાં ઓવરલોડના સરકીટ બ્રેકરો વગેરે તેમજ વૉટમીટર વોલ્ટમીટર વગેરે મીટરો પણ ગોઠવવામાં આવે છે. ચિત્રમાં બનાવેલી ક્યુબીકલમાં નીચલા ભાગમાં ઑઇલ સરકીટબ્રેકરછે અને ઉપલા ભાગમાં સ્વીચો છે, અને બન્ને ભાગમાં જુદા બારણાં છે. એવી ક્યુબીકલ કોઇ મોટર અથવા ટ્રાન્સફોરમર ઉપર કાબુ રાખવા માટે વપરાય છે.

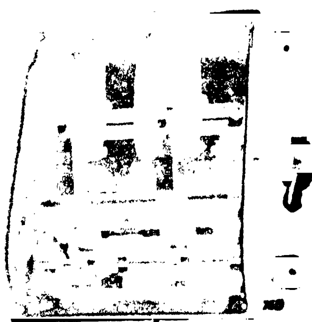
ચિત્ર નાં૦ ૫૫.
સ્ટીલ ક્યુબીકલ.

પ્રકરણ—૧૩

સરકીટ બ્રેકર

CIRCUIT BREAKER

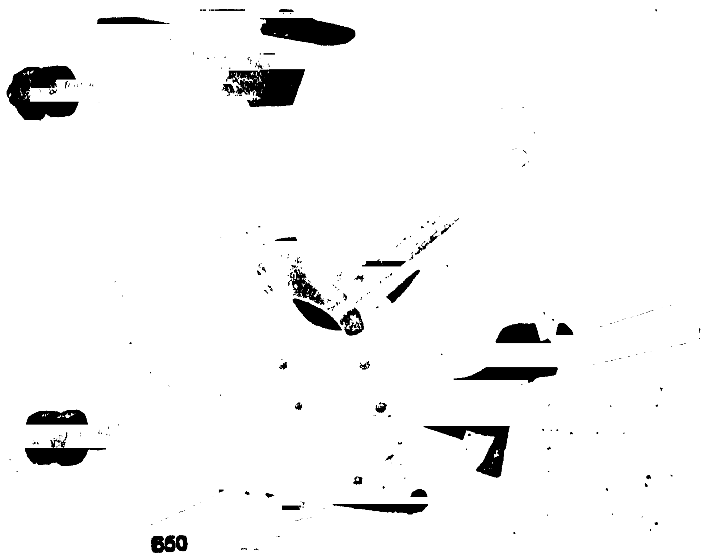
સરકીટ બ્રેકર (Circuit Breaker)—એક ફ્યુઝ પોતે પિગળી જઇને જોઇએ તે કરતાં વધારે ઇલેકટ્રીક કરન્ટને તારમાંથી પસાર થતો અટકાવે છે; પણ સરકીટ બ્રેકર એક જાતની સ્વીચ છે, જે જયારે કરન્ટ વધી જાય છે, ત્યારે પોતાની મેળે ઉઘડી જઇને તારનું જોડાણ તોડી નાખે છે. ફ્યુઝ કરતાં આવા સરકીટ બ્રેકર જો કે કિમ્મતમાં વધારે હોય છે, તોપણ કામ કરવામાં વધારે સલામત અને ભરોસો રાખવા લાયક હોય છે. એમાં એક સાધારણ સ્વીચ સાથે એક ઇલેકટ્રોમેગનેટ (electro magnet) જોડેલો હોય છે, જેને સરકીટ સાથે સંબંધ હોય છે. સરકીટ માહેલો કરન્ટ જોઇએ તે કરતાં વધારે થતાંજ મેગનેટ તેજ થઇને એક ચોક્કસ ચાંપ છટકાવી નાખે છે, જેથી સ્વીચ ઉઘડી જાય છે. ફ્યુઝ અને સરકીટ બ્રેકર વચ્ચે એ ફરક હોય છે કે ફ્યુઝ પિગળીને ઉડી જતાં નવી નાખવી પડે છે, જેમાં કેટલેાક વખત નિકળી જાય છે, પણ સરકીટ બ્રેકર ઉઘડી જતાં ખામી દૂર કરી તુરત તેને પાછો દબાવતાં કરન્ટ ચાલુ થાય છે. નાના કરન્ટ માટે ફ્યુઝ ઠીક છે, પણ મોટા કરન્ટ માટે સરકીટ બ્રેકર વધારે સારો અને સલામતી ભરેલો હોય છે. જ્યાં મોટા મોટર ચાલતા હોય ત્યાં એકાએક ઓવરલોડ આવવાનો સંભવ હોય છે, જે વખતે સરકીટ બ્રેકર પોતાની મેળે ઉઘડી જઇ મોટરને નુકસાન પુગતું અટકાવે છે. જેમ સ્વીચ ઉઘાડતી વખતે તેના કૉનટૅકટ (contact) વચ્ચે ચિંગારી પડી ઇલેકટ્રીક આર્ક ઉત્પન્ન થાય છે, તેમ સરકીટ બ્રેકર ઉઘાડતી વખતે પણ થાય છે, જેથી કરી એ બ્રેકર જ્યારે ઉઘડવાનો થાય ત્યારે એક મજબુત સ્પ્રીંગની મદદથી એકદમ છટકીને ઉઘડી જાય છે અને



ચિત્ર ના૦ ૫૬.
એલીસન ડબલપોલ સરકીટ બ્રેકર.

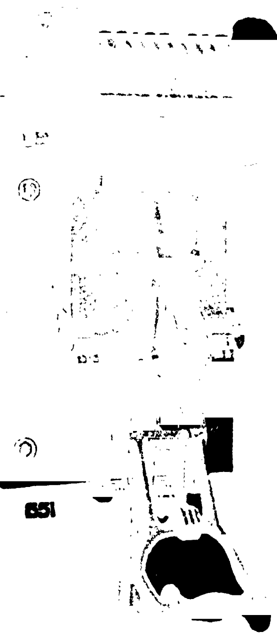
બન્ને કૉનટૅકટ વચ્ચે મોટો તફાવટ થઇ જાય છે, જે ચિત્ર નાં ૫૭ માં બતાવ્યું છે, જેથી જો ઇલેકટ્રીક આર્ક (aro) થાય તો તે તુરત બુજાઇ જાય. જ્યાં એવાં આર્કથી આગ લાગવાનો સંભવ હોય ત્યાં લોહડાંની પેટીમાં બંધ કીધેલા બ્રેકર વપરાય છે. મોટા વોલ્ટેજ માટેના સરકીટ બ્રેકરના કૉન્ટૅકટ હવામાં (air break) નહી ખુલતાં એક તેલ ભરેલાં વાસણુમાં ખુલે છે જેને ઑઇલ બ્રેક (oil break) કહે છે. ચિત્ર નાં ૫૬ માં બતાવેલો સરકીટ બ્રેકર જોર્જ એલીસન (George Ellison) ની કંપનીની બનાવટનો છે, જે ઍર બ્રેક જાતનો ડબલ પોલનો છે.

ચિત્ર નાં ૫૭ માં બતાવેલો સરકીટ બ્રેકર સીંગલપોલનો સાદી જાતનો છે, પણ એનાં કૉનટૅકટ અથવા જોડાણુ કારબન બ્રશથી થાય છે, તેમજ કારબન બ્રશની નીચે ત્રાંબાની પાતલી પ્લેટોનું બનાવેલું સ્પ્રીંગ જેવું લૅમીનેટેડ કૉપર બ્રશ (laminated copper brush) છે તેથી પણ કૉન્ટૅકટ થાય છે. બ્રેકર ખુલતી વખતે જે આર્ક થાય છે તે માત્ર કારબનો વચ્ચે થતું હોવાથી જો કારબનો ખરાબ થાય તો સહેલાઇથી બદલી શકાય છે.



ચિત્ર નાં ૫૭.
એલીસન સીંગલપોલ સરકીટ બ્રેકર.

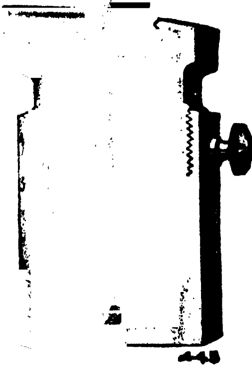
નો-વોલ્ટ રીલીઝ (No-Volt Release)—સરકીટ બ્રેક-રમાં એક નો-વૉલ્ટ રીલીઝની ગોઠવણ રાખેલી હોય છે, જેથી જ્યારે સરકીટમાં વૉલ્ટેજ ઓછા હોય ત્યારે બ્રેકર પોતાની મેળે ઉઘડી જાય છે. એ માટે બ્રેકરમાં નો-વૉલ્ટ રીલીઝના તૈયાર મલતા કૉઇલ જૂદાં જૂદાં સેટીંગ માટે બદલી શકાય છે, અને એવી રીતે ગોઠવણ થઇ શકે છે કે સરકીટમાં ૧૦ ટકા વોલ્ટેજ ઓછો થતાં જો એ કૉઇલ ગરમ થાય, અથવા ૧૫ થી ૨૫ ટકા વોલ્ટેજ ઓછો થવા છતાં કૉઇલ થંડો રહે તે વખતે પણ બ્રેકર બંધ કરી સરકીટ ચાલુ કરી શકાય; પણ વૉલ્ટેજમાં આસરે ૬૬ ટકા ઘટ પડે તો બ્રેકર પોતાની મેળે ઉઘડી જાય અને ઇલેકટ્રીકલ સરકીટ તૂટી જઇ બંધ પડે. અકસમાત વખતે હાથ વડે ઘણે દૂરથી પણ સરકીટનો સંબંધ છોડી નાખવા માટે નો-વૉલ્ટ રીલીઝની ગોઠવણ કરી શકાય છે.



ચિત્ર ના૦ ૫૮.
એલીસન સીંગલપોલ
મેગ્નેટીક બ્લોઆઉટ
સરકીટ બ્રેકર.

ઓવરલોડ ટ્રીપ (Over Load Trip)—સરકીટ બ્રેકરોમાં ઓવરલોડ ટ્રીપ પણ ગોઠવવામાં આવે છે, જે સરકીટ ઉપર ઓવરલોડ આવતાંજ બ્રેકરને ઉઘાડી સરકીટને પોતાની મેળે બંધ કરી નાંખે છે, જેથી ઓવરલોડથી નુકસાન થતું નથી. એનું સેટીંગ ચાલુ લોડથી ૧૦૦ ટકા વધુ ઓવરલોડ સુધી થઇ શકે છે. એ માટે જૂદા જૂદા ઓવરલોડ માટે બદલીને નાખવાના જૂદા જૂદા ઓવરલોડ કૉઇલ તૈયાર આવે છે. બ્રીટીશ સ્ટાન્ડર્ડ મોટરો વિલાયતમાં લગભગ બે કલાક સુધી સેંકડે ૨૫ ટકા ઓવરલોડ ઉપર ચાલી શકે તેવા હોય છે, માટે એવા મોટરોનો ઓવરલોડ ટ્રીપ ૨૫ ટકા ઓવરલોડ ઉપર ગોઠવવામાં આવે છે.

ટાઇમ લૅગની ગોઠવણુ (Time Lag Device)—ઘણીક વખતે ઇલેકટ્રીક મોટર ઉપર તેને સ્તાર્ટ કરતી વખતે એક પળવાર મોટો ઓવર લોડ આવી જાય છે. એવી વખતે સરકીટ બ્રેકર ઉઘડી જાય તો ઘણી અડચણ પડે અને કામ કંટાળા ભરેલું થઇ પડે. મીલોમાં જો એક મોટર ૧૦–૧૨ મશીનો સાથે ચલાવતો હોય અને તેમાં બે કે ત્રણ મશીનો બંધ પડયા પછી એકકી વખતે સાથેજ ચાલુ કરવામાં આવે તો મોટર ઉપર એકદમ મોટો ઓવર લોડ આવી પડે છે, કારણ કે એક બંધ મશીન ચાલુ કરતી વખતે તે હમેશાં ચાલુમાં જે પાવર ખાતું હોય તે કરતાં ઘણો વધારે લગભગ ત્રણથી ચાર ઘણો પાવર ખાય છે. એવા મોટરો ઉપર ટાઇમ લૅગ ડીવાઇસ રાખવામાં આવે છે કે જેથી થોડીક મીનીટ સુધી વધુ પાવર જવા દઇને જો પાવર તેટલાંમાં ઓછો નહી થાય તોજ સરકીટ બ્રેકર ઉઘડી જાય છે. ચિત્ર નાં૦ ૫૯ માં જૉર્જ એલીસન કંપનીનો એક ટાઇમ લૅગ બતાવ્યો છે, જેમાં એક ઉભાં સીલીંડર અથવા ડૅશપૉટ (dash pot) માં એક પીસ્તન હોય છે. સીલીન્ડરનો નીચલો ભાગ અંદરથી ટેપર કરીને તેને માફક આવતો પીસ્તન પણ ટેપર રાખેલો છે. સીલીન્ડરને મથાળે ફરતા છીદ્રો જુદી જુદી ઉંચાઇએ પાડીને ચિત્રમાં જમણી તરફ બતાવેલો લૉકીંગ સ્ક્રુ (looking screw) તેને ચોક્કસ ઉંચાઇએ સેટ કરવા માટે રાખેલો હોય છે. પીસ્તનમાં નાનાં છીદ્રો છે, અને પીસ્તન તથા સીલીન્ડરનો નીચલો ભાગ અંદરથી ટેપર હોવાથી જો સીલીન્ડરને તેના કવરના આંટામાં સહેજ ફેરવીને ઘટતાં છીદ્રમાં લૉક કરવામાં આવે તો પીસ્તનની બાહેરની અને સીલીન્ડરની અંદરની સપાટી વચ્ચે ફરતી સહેજ કલીઅરન્સ (clearance) વધે, જેથી પીસ્તનની ઉપર ભરેલુ તેલ અથવા પ્રવાહી પીસ્તનમાં રાખેલાં છીદ્રો ઉપરાંત પીસ્તન અને સીલીન્ડર વચ્ચેની કલીઅરન્સમાંથી વહીને પીસ્તનને તળિએ આવે



ચિત્ર નાં૦ ૫૯.
એલીસન ટાઇમ લૅગ

છે, અને પીસ્તનની સાથે જોડેલો ઉભો સ્પીન્ડલ ઉપર ઉંચકાઇને સરકીટ બ્રેકર ઉપર અસર કરે છે, અને ઓવરલોડ થવા છતાં ચોકકસ વખતે જ સરકીટ બ્રેકરને ઉઘડી જવા દીએ છે. એવા ટાઇમ લૅગની મદદથી એક મીનીટ અથવા ગમે તેટલી સેકન્ડો સુધી સરકીટ બ્રેકરને ઉઘાડવા માટે ગોઠવી શકાય છે. ચિત્ર નાં૦ ૫૬ માં એવો એક ટાઇમ લૅગ સરકીટ બ્રેકરની નીચે રાખેલો બતાવ્યો છે. ટાઇમ લૅગના સીલીન્ડરમાં ભરેલાં તેલનાં ઘટપણા ઉપર તેમજ સીલીન્ડરની દિવાળ અને પીસ્તન વચ્ચેની કલીઅરંન્સ જે રાખી હોય તે ઉપર પીસ્તનની ઉપરની બાજુનું તેલ નીચે વહીને પીસ્તનને ઉંચકાવાના વખતનો આધાર રહે છે. જો તેલ પાતળું હોય અથવા કલીઅરન્સ વધારે રાખી હોય તો પીસ્તન વહેલો ઉંચકાય છે અને સરકીટ બ્રેકરને ઉઘાડી નાખે છે, તેમજ જો તેલ ઘટ હોય અથવા કલીઅરન્સ ઓછી હોય તો તેલને નીચે વહેતાં વખત લાગે છે અને તેટલો વાર સરકીટ બ્રેકડ ઉઘડતો નથી. તેલને બદલે ગ્લીસરીન પણ એમાં ભરી શકાય છે. ઇન્ડકશન મોટરો સ્ટાર્ટ કરતી વખતે શુરૂઆતમાં થોડીક સેકન્ડ સુધી વધુ પાવર ખાય છે, માટે એવા મોટરો ઉપર ટાઇમલૅગ સાથનો સરકીટ બ્રેકર વાપરવાથી માત્ર સ્વીચ ચાલુ કરતાંજ મોટર ચાલુ કરી શકાય છે. એવા ટાઇમ લૅગ સેંકડે ૨૫ ટકા વધુ કરન્ટનો ઓવરલોડ થોડીક સેકન્ડ સુધી આપી શકે છે.

પ્રકરણ—૧૪

લોહચુંબક

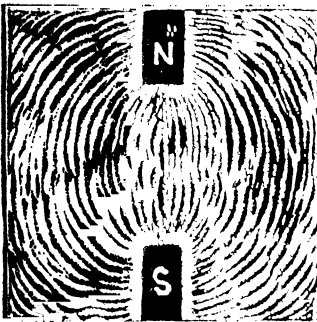
MAGNETISM

મેગ્નેટીઝમ (Magnetism)—ગ્રીસ અને તરકીનાં રાજ્યો વચ્ચેના સમુદ્રને કિનારે આવેલા મેગનેસિયા નામે દેશમાં એક જાતની કાળા રંગની ધાતુ નિકળે છે, જે ધાતુમાં એવો ગુણ હોય છે કે તે લોહડાંની રજકણોને પોતાની તરફ ખેંચે છે. આથી ગ્રીક લોકોએ એ ધાતુનુ નામ મેગનેસિઅન સ્ટોન (Magnesian stone) યાને મેગનેસિયાનો પથ્થર પાડયું હતું. એ ધાતુને હાલમાં ઇંગ્રેજીમાં મેગનેટાઇટ (magnetite) કહે છે. એ ઉપરથી મેગ્નેટ શબ્દ નિકળ્યો છે, જેનો

અર્થ લોહચુંબક થાય છે, અને એ ગુણને મેગ્નેટીઝમ કહે છે. આ ધાતુના પથ્થરને ટુંકમાં લોડ સ્ટોન (load-stone) પણ કહે છે. એ પથ્થરને કોઈ સ્ટીલના સળિઆ અથવા સોય ઉપર વચ્ચે મૂકી એક છેડા તરફ ઘસીને કેટલીકવાર ખેંચતાં તે સળિઆ અથવા સોયમાં લોહચુંબકીક ગુણ યાને મેગ્નેટિઝમ આવે છે, અને તે સળિયો અથવા સોય જાથુકનો મેગનેટ બની જાય છે, જેને પરમેનન્ટ (permanent magnet) કહે છે. નરમ લોહડાંના ટુકડાને લોડ સ્ટોન ઉપર ઘસતાં તેમાં પણ મેગ્નેટીઝમ આવે છે ખરૂં, પણ તે ઘણો વખત ટકતું નથી. એક મેગ્નેટના વચલા ભાગ કરતાં તેના છેડાઓમાં મેગ્નેટીઝમ વધારે જોરાવર હોય છે—બલકે વચલા ભાગમાં મેગ્નેટીઝમ નહી જેવું હોય છે. મેગ્નેટના સળિઆને વચ્ચેથી ટાંગતાં તેનો એક છેડો ઉત્તર દિશા તરફ અને બીજો દક્ષીણ દિશા તરફ પોતાની મેળે ફરી જાય છે.

જો મેગ્નેટને વચ્ચેથી ભાંગી નાખવામાં આવે તો જે બે ટુકડા થાય તેઓ બંને સંપુર્ણ મેગ્નેટ જેવાજ બને છે, પણ એક મેગ્નેટને તપાવી ગરમ કરતાંજ તેનું મેગ્નેટીઝમ નિકળી જાય છે. મેગ્નેટનો જે છેડો ઉત્તર દિશા તરફ ફરી જાય છે તેને નૉર્થ પોલ (north pole) અથવા ઉત્તર ધ્રુવ કહે છે અને બીજા દક્ષીણ દિશા તરફ ફરી જતા છેડાને સાઉઠ પોલ (south pole) અથવા દક્ષીણ ધ્રુવ કહે છે.

લોહચુંબક (Magnet)—વિજળીને લોહચુંબક સાથે ઘણો અતલગનો સંબંધ છે. મેગ્નેટના બન્ને છેડામાંથી લોહચુંબકીક પ્રવાહ ચાલુ નિકળ્યા કરે છે. એ લોહચુંબકીક પ્રવાહ નૉર્થ પોલ માહેથી નિકળીને સીધી લાઇનોના રૂપમાં સાઉઠ પોલમાં જતો ધારવામાં આવે છે. લોહચુંબકની નજદીકમાં એ પ્રહાહની અણુદીઠ લાઇનો ઘટ યાને પાસે પાસે હોય છે, અને તેનેથી દુર એ લાઇનો આછી થતી જાય છે. જેમ જેમ એ લાઇનો ઘટ હોય તેમ તેમ લોહ-



ચિત્ર નાં૦ ૬૦
મેગનેટ.

ચુંબકીક પ્રવાહ વધુ જોરાવર હોય છે, એટલે કે એક મેગ્નેટની છેક નજદીકમાં તેનું મેગ્નેટીઝમ વધારે સખ્ત હોય છે. લોહચુંબકીક ગુણ ફકત લોખંડમાં અને તેને લગતી ધાતુઓમાંજ હોય છે; એટલે એક મેગ્નેટ લોખંડના, બીડના કે સ્ટીલના ટુકડાને પોતાની તરફ ખેંચી શકે છે, પણ એ સીવાય બીજી ધાતુને ખેંચતો નથી. પણ કોઇબી ધાતુના એક તારમાંથી જ્યારે વિજળીક પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે તારમાં લોહચુંબકીક ગુણ પ્રગટ થાય છે, અને તે લોખંડને કે મેગ્નેટને પોતાની તરફ ખેંચે છે. વળી એક તારના મોટાં ગુચ્છળાંમાં જ્યારે એક મેગ્નેટનો સળિયો અથવા સોય (magnetic needle) ટાંગવામાં આવે છે; ત્યારે તે સોય કુદરતી ઉત્તર દક્ષીણ દિશાઓ બરાબર બતાવે છે, પણ તે તારનાં ગુંછળાંમાં જો ઇલેકટ્રીક કરન્ટ ચાલુ કરવામાં આવે તો મેગ્નેટીક નીડલ ફરી જઇને જે દિશામાં કરન્ટ વ્હેતો હોય તે દિશામાં સોયનો નૉર્થ પોલ દેખાડે છે, અને તે વખતે પૃથ્વીનું મેગ્નેટીઝમ તે સોય ઉપર અસર કરતું નથી. નરમ લોહડાંને મેગનેટીઝમ આપવાથી તે થોડા વખત સુધી અથવા ટેમ્પરરી મેગ્નેટ બને છે; પણ સ્ટીલને મેગ્નેટીઝમ આપવાથી તે જાથુકનો પરમેનન્ટ મેગ્નેટ બને છે.

પરમેનન્ટ મેગ્નેટ (Permanent Magnet) માં ત્રણ ગૂણો હોય છે:—તે લોહડાંને પોતાની તરફ ખેંચે છે; જો તેને વચ્ચેથી ટાંગવામાં આવે તો તે ઉત્તર દક્ષીણ દિશાઓ બતાવે છે; અને જો તે બીજા કોઇ સ્ટીલના સળિયા ઉપર એકજ દિશામાં વચ્ચેથી છેડા સુધી કેટલીકવાર ઘસવામાં આવે તો તે સ્ટીલના સળિયાને મેગ્નેટ બનાવી દીયે છે, અને તેમ કરતાં અસલ મેગ્નેટ પોતાનું મેગનેટિઝમ ખોતો નથી. જો એક મેગનેટનો સળિયો વચ્ચેથી ટાંગી તેના ઉત્તર ધ્રુવ અથવા નૉર્થ પોલ N ના છેડાની સામે બીજા મેગનેટના દક્ષીણ ધ્રુવ અથવા સાઉથ પોલ S નો છેડો નજદીકમાં લાવવામાં આવે તો ટાંગેલા મેગનેટ નો N છેડો હાથમાં પકડેલા મેગનેટના S છેડા તરફ ખેંચાણ (attraction) કરશે; પણ જો ટાંગેલા મેગનેટના N ની સામે હાથમાં રાખેલા મેગનેટનો N છેડો લાવવામાં આવે તો તે તેને હડસેલો (repulsion) મારશે. આ ઉપરથી જણાશે કે N અને S વચ્ચે પ્રિતી યાને ખેંચાણ અથવા ઍટ્રેક્શન હોય છે, પણ N અને

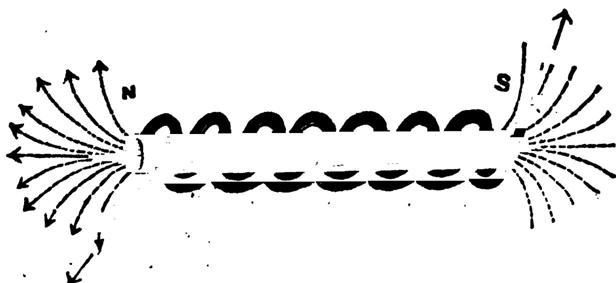
N તેમજ S અને S વચ્ચે અપ્રિતી અથવા રીપલ્શન હોય છે. ટુંકમાં કહીએં તો એક સરખા પોલ એક બીજા તરફ અપ્રિતી બતાવે છે, પણ જૂદા જૂદા પોલ એક બીજા તરફ પ્રિતી બતાવે છે. સારી જાતના કોબાલ્ટ સ્ટીલ (cobalt steel) નો મેગ્નેટ ઘણોજ બળવાન બની શકે છે. મોટરકારનાં ઇન્જીશન માટે વપરાતા મેગ્નેટો મશીનના મેગ્નેટ ટન્ગસ્ટન સ્ટીલના બનાવવામાં આવે છે, જેમાં કોબાલ્ટની ધાતુ ૩૫ ટકા જેટલી હોય છે.

હૉર્સ શુ મેગનેટ (Horse Shoe Magnet) સ્ટીલ સળિયાને આવી ∩ રીતે ઘોડાની નાળની માફક વાળીને બનાવવામાં આવે છે, જેથી મેગનેટના બન્ને છેડા N અને S પાસે પાસે આવી જાય છે, અને તેઓ વચ્ચે જાથુકનું ખેંચાણ રહે છે, જેથી એ બે છેડાઓ વચ્ચેની જગ્યા મેગનેટિઝમના ગૂણથી ભરેલી હોય છે, અને સાદા મેગનેટના એક છેડા કરતાં હૉર્સ શુ મેગનેટના બે છેડાઓનું ખેંચાણ વધુ જોરાવર હોય છે. હૉર્સ શુના ગોળાઇના ભાગમાં કશું મેગનેટિઝમ હોતું નથી. એવા મેગનેટ સાથે જે નરમ લોહડાંનો છુટો ટુકડો આવે છે તેને કીપર (keeper) કહે છે, જેને મેગનેટને બન્ને છેડે ચોંટાડી રાખવાથી મેગનેટિઝમ ઓછું થતું નથી.

મેગનેટીક ફીલ્ડ (Magnetic Field)—બે મેગ્નેટ સામ સામા મૂકી ઉપર સફેદ જાડું કાગળ મેળી તે ઉપર કાણુસથી કાહડેલી લોહડાંની બારીક રજકણો (iron filings) એક કપડાંના ટુકડામાં પકડી છાંટવામાં આવે અને તેજ વખતે તે કાગળને હળવે હળવે આંગળાંના ટકોરા મારી સહેજ હળાવવામાં આવે તો લોહડાંની રજકણો ચોકકસ ગોળાકાર લીટીઓમાં ચિત્ર નાં૦ ૬૦ માં બતાવ્યા મુજબ ગોઠવાઇ જશે. આ ઉપરથી માલમ પડશે કે એક મેગ્નેટના છેડાઓની આસપાસની અને નજદીકની વાતાવરણમાં મેગ્નેટીઝમનું જોર (magnetic force) ઘણું હોય છે, માટે એ જગાને મેગ્નેટીક ફીલ્ડ કહે છે. મેગ્નેટીઝમનું એ જોર લીટીઓમાં ગોઠવાઇ ગયલું હોય છે, જે છેડાઓની નજદીકમાં ઘણું ઘટ હોઇ છેડાઓથી દૂર જતાં ઓછું થતું જાય છે. જ્યારેબી મેગ્નેટના છેડાઓ આવી રીતે ગોઠવાયલા હોય ત્યારે મેગ્નેટીઝમનો પ્રવાહ આવી અણુદીઠ લીટીઓમાં ચાલુજ રહે છે.

સોલેનૉઇડ (Solenoid)—ધાતુના તાર અથવા કન્ડકટરને સ્પ્રીંગની માફક અથવા એક સળિયા કે કાટલાં ઉપર વિંટાળીને ચિત્ર ના૦ ૬૧ માં બતાવ્યા મુજબ એક લાંબુ ગુંછળુ' કરવામાં આવે છે તેને સોલેનૉઇડ કહે છે. જ્યારેબી એમાં વિજળીનેા કરન્ટ આપવામાં આવે ત્યારે તે એક લેાહચુંબક માફક વર્તે છે—એટલે કે તે સોલેનૉઇડના બે છેડા માહેલેા એક નૉર્થ પેાલ અને બીજો સાઉઠ પેાલ થઇ જાય છે, અને એવું ગુંછળુ' જો વચ્ચેથી લટકતું ટાંગ્યુ' હેાય તેા તેના છેડા ઉત્તર દક્ષીણુ દિશાએા બતાવે છે, અને તેની નજદીક એક બીજો મેગ્નેટ લાવતાં મેગનેટના N પેાલ તરફ સોલેનૉઇડનેા S પેાલ ખેંચાઇ આવશે. જેવી રીતે મેગ્નેટની આસપાસ મેગનેટીક ફીલ્ડ હેાય છે તેવી રીતે સોલેનેાઇડની આસપાસ પણુ હેાય છે.

મેગ્નેટ અને સોલેનૉઇડ વચ્ચે ફરક એટલેાજ હેાય છે કે જ્યારે મેગ્નેટનું મેગ્નેટિઝમ એકસરખું (constant) રહે છે, ત્યારે સોલેનૉઇડમાં મેગ્નેટિઝમ તેમાં આપવામાં આવતા કરન્ટનાં પ્રમાણુમાં હેરફેર કરી શકાય છે; તેમજ સોલેનૉઇડની બનાવટમાં જેમ વધારે લાંબેા તાર વાપરી ઘણા સરખા આંટાએાનું ગુંછળું બનાવ્યું હેાય તેમ તેમાંથી પસાર થતી વિજળીનું જોર (strength of current) વધે છે. વળી એવાં ગુંછળામાં વચ્ચે ચિત્ર ના. ૬૧ માં બતાવ્યા મુજબ જો એક નરમ લેાખંડનેા તાર કે સળીએા મૂકવામાં આવે તેા સોલેનૉઇડનેા મેગ્નેટિક પાવર અતી ઘણેા વધી જાય છે, અને તે હવે ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ થઇ જાય છે.



ચિત્ર ના૦ ૬૧.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ

પ્રકરણ—૧૫.

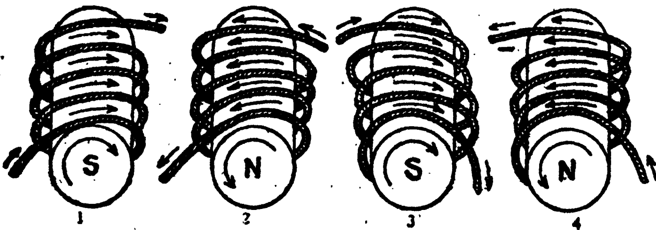
ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ
ELECTRO MAGNET.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ (Electro Magnet) સોલેનાઇડની વચ્ચે મૂકેલો લોખંડનો સળિયો એક મેગ્નેટની બધી ખાસિઅતો (properties) ધરાવતો હોવાથી તેને ઇલેકટ્રો મેગનેટ કહે છે, જે ચિત્ર નાં. ૬૧ માં બતાવ્યો છે. જેમ એક કાટલાં ઉપર દોરો વિંટાળવામાં આવે છે તેમ લોખંડના એક સળિયા ઉપર ત્રાંબાનો ઇન્સ્યુલેટેડ તાર વિંટાળીને તેમાં વિજલી આપીને ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ બનાવવામાં આવે છે. એમાં મૂકેલા લોહડાના સળિયાના ગર્ભને કોર (core) કહે છે. સાધારણ વપરાસમાં એવાં બે કાટલાં એક લોહડાંની બેઠક ઉપર આવી રીતે ▌— જડેલાં હોય છે, અથવા તો આવી રીતે U ઘોડાની નાળના માફક લોહડાંને વાળીને તે ઉપર ઇન્સ્યુલેટેડ તાર વિંટાળવામાં આવે છે, અને એ નાળની ગોળાઇ લોહડાંની બેઠક તરીકે કામ કરે છે. ગોળાઇના ભાગ ઉપર તાર વિંટાળવામાં આવતો નથી.

લોખંડની લોહચુંબકીક ખાસિયતનો લાભ વિજળી ઉત્તપન કરવાનાં મશીન ડાઇનેમોની બનાવટમાં ખાસ લેવામાં આવે છે; બલકે ડાઇનેમો મશીનની બનાવટનો મુખ્ય પાયો એનીજ ઉપર રચાયલો છે. જો લોખંડના એક ટુકડા યા બારમાં વિજળીની મદદથી યા બીજા મેગનેટ વડે એક વખત મેગનેતીઝમ દાખલ કરવામાં આવે તો તે મેગનેતીઝમ તેમાં વર્ષો સુધી કાયમ રહે છે, અને તેને તે બારમાંથી તદન કાહડી નાખવાનું કામ લગાર મુશકેલ છે. બલકે એવું કહેવામાં આવે છે કે સેહેજસાજ મેગનેતીઝમ તેમાં જાણુકનું રહી જાય છે. એ મેગનેતીઝમ લોખંડના તે બારમાં કેટલું અને કેટલો વખત ટકી રહે છે તે લોખંડની જાત ઉપર આધાર રાખે છે. સારી રીતે નરમ કીધેલાં યાને એનીલ (anneal) કીધેલાં રૉટ આયર્નમાં મેગનેતીઝમ ઘણું થોડું રહી શકે છે. પણ જે રૉટ આયર્નમાં કારબનનો ભાગ વધુ હોય યાને સખત હોય, અથવા હથોડા વડે ખુબ ઘડેલું યા દબાવેલું હોય, તેમજ સ્ટીલ અને કાસ્ટ આયર્નમાં

એ મેગનેતીઝમ ઘણું રહે છે, અને ઘણો લાંબો વખત ટકી રહે છે. જ્યારે ઇલેકટ્રો મેગનેટ આવા ∩ આકારનો હોય છે ત્યારે તે હૉર્સ શુ (horse shoe) મેગનેટ કહેવાય છે, પણ જ્યારે એક રીંગની અંદર ફરતા કેટલાક બાર જડી લઇ તે ઉપર તારનાં ગુંછળાં વિંટાળીને ઇલેકટ્રો મેગનેટ બનાવેલા હોય ત્યારે તે મલટી પોલર (multi polar) મેગનેટ કહેવાય છે. હાલમાં ઘણાખરા ડાઇનેમો અને મોટરો મલટી પોલર જાતના હોય છે.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનું જોર (Strength of Electro Magnet) તે ઉપર વિંટાળેલા તારના વિંટા અથવા આંટા (turns)ની સંખ્યા અને તેમાંથી પસાર કરવામાં આવતા કરન્ટના એમ્પીઅર ઉપર આધાર રાખે છે જેને ટુંકમાં (ampere-turns) એમ્પીઅર તર્ન્સ કહે છે. એટલે કે એક લોખંડના સળિઆ ઉપર એક તારના એક હજાર આંટા અથવા ફેરા વિંટાળીને તેમાં એક એમ્પીઅરનો કરન્ટ આપવામાં આવે તો તે ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ જેટલું જોર પકડે, તેટલુંજ જોર તે ઉપર એક ઘણા જાડા તારનો માત્ર એકજ આંટો અથવા ફેરો વિંટાળીને તેમાં ૧૦૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ આપવાથી પણ મળી શકે. માટે જેમ કરન્ટ ઓછો તેમ તારના ફેરા વધારે રાખવા પડે છે.



ચિત્ર નં૦ ૬૨

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનું વાઇન્ડીંગ

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનું વાઇન્ડીંગ (Winding of an Electro Magnet)—એક ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનો કયો છેડો નૉર્થ પોલ અને કયો છેડો સાઉથપોલ હોય છે તે તેની ઉપર વિંટાળેલા તાર કઇ દિશામાં ફરતો વિંટાળેલો હોય છે તે ઉપર તેમજ તે તારમાં વિજ-

ળીનો કરન્ટ કઇ દિશામાં વહે છે તે ઉપર આધાર રાખે છે. જેમ સીવવાના દોરાનાં કાટલાં ઉપર ઘણુંક પડોમાં દોરો વિંટાળવામાં આવે છે તેમજ ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટ ઉપર ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર વિંટાળવામાં આવે છે. ચિત્ર નાં૦ ૬૨ માં ચાર જૂદી જૂદી રીતે એનું વાઇન્ડીંગ બતાવ્યું છે. જો તાર ઘડિઆળના કાંટા જે દિશામાં ફરે છે તે દિશામાં વિંટાળેલો હોય તો તેને રાઇટહેન્ડ વાઇન્ડીંગ કહે છે અને તેથી ઉલટી દિશામાં ફરતો તાર વિંટાળવામાં આવ્યો હોય તેને લેફ્ટહેન્ડ વાઇન્ડીંગ કહે છે. ચિત્રમાં પેહલ્લા તથા બીજા બન્ને ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટમાં રાઇટહેન્ડ અથવા જમણા હાથનું વાઇન્ડીંગ છે, પણ તેઓમાં વ્હેતા કરન્ટની દિશા જૂદી જૂદી છે, જે તીરથી દેખાડી છે. આથી જ્યારે પેહલ્લામાં ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટનો સામે દેખાતો છેડો S અથવા સાઉઠપોલ થાય છે ત્યારે બીજામાં N અથવા નૉર્થપોલ થાય છે. ત્રીજા અને ચોથા ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટમાં તારનું વાઇન્ડીંગ લેફ્ટહેન્ડ અથવા ડાબા હાથનું છે, અને તેથી ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટના છેડા કયા પોલના બને છે તે ચિત્રમાં સ્પષ્ટ દેખાડેલું છે. આ ઉપરથી માલમ પડશે કે એક ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટનો એક છેડો આપણી સામે ધરી તપાસતાં જો તેના તારમાં કરન્ટ રાઇટ હેન્ડની દિશામાં વ્હેતો હોય તો તે છેડો હમેશાં સાઉઠ પોલ હોય છે, કે જેમ પહેલ્લા અને ત્રીજા નંબરમાં જોવામાં આવે છે. ઇલેક્ટ્રીક બેલમાં વપરાતા અને જુની જાતના બે કાટલાં (spools)ના ડાઇનેમોના ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટમાં બન્ને કાટલાંનું વાઇન્ડીંગ એકજ દિશામાં પહેલ્લા અને બીજા અથવા ત્રીજા અને ચોથા ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટમાં બતાવ્યા મુજબ કરેલું હોય છે, અને પહેલ્લાનો ઉપલો છેડો બીજાના ઉપલા છેડા સાથે અને ત્રીજાનો ચોથાના ઉપલા છેડા સાથે જોડેલો હોય છે, અને બન્ને જોડીઓના ઉપલા છેડા લોઢાડાંની બેઠક ઉપર જોડેલા હોય છે, જેથી મેગ્નેટીક સરકીટ સંપૂર્ણ થાય છે.

હવે જો આપણે એક રાઇટહેન્ડ વાઇન્ડીંગનો ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટ લઇને તેને એક છેડે કોઇ બેટરીમાંથી પૉઝીટીવ તાર જોડીને રાઇટહેન્ડ દિશામાં અથવા ઘડિઆળના કાંટા ફરે છે તે દિશામાં તેમાં કરન્ટ વ્હેતો કરીએં તો આપણી સામે રાખેલો મેગ્નેટનો છેડો સાઉથ પોલ થશે. ચિત્રમાં જોવાથી માલમ પડશે કે કરન્ટ પૉઝીટીવ + આગળથી દાખલ થઇને નેગેટીવ — આગળથી બહાર પડે છે.

હવે જો તારને જે છેડે પોઝીટીવ જોડયો હોય તેને બદલે નેગે-ટીવ જોડી કનેક્શનો ઉલટાં કરી નાખવામાં આવે તો જે છેડો પહેલાં સાઉઠપોલ હતો તે હવે નોર્થપોલ થઇ જાય છે.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનાં વાઇન્ડીંગમાં એટલું યાદ રાખવાનું છે કે જો ડાયરેકટ કરન્ટનો ડબલ કાટલાંનો ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ હોય તો બન્ને કાટલાંઓ ઉપર એકજ સરખું—એટલે રાઇટ હેન્ડ અથવા લૅફ્ટ હેન્ડ વાઇડીંગ—વિંટાળવું જોઇએ. પણ તેલીફોન વગેરે માટે વપરાતા ઇલેકટ્રો મેગ્નેટમાં આલટરનેટીંગ અથવા રીવરસીંગ (rever-sing) કરન્ટ માટે એક કાટલાંમાં રાઇટહેન્ડ અને બીજાંમાં લેફ્ટ હેન્ડ વાઇન્ડીંગ કરવામાં આવે છે.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનો કોર (Core of an Electro Magnet)—ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનો વચલો લોહડાંનો ગર્ભ અથવા કોર ઘણાજ નરમ જાતનાં લોહડાંનો બનાવવામાં આવે છે. કોર બનાવવાનાં લોહડાંને લાલ ગરમ કરીને ઘણુંજ ધીમે ધીમે ઠંડું પડવા દીધાથી તે ઘણુંજ નરમ બને છે, જે ક્રિયાને એનીલીંગ (annealing) કહે છે. કાસ્ટ આયર્ન કરતાં ઘણું નરમ ઉંચી જાતનું રૉટ આયર્ન એ કામ માટે વધારે સારૂં કહેવાય છે, કારણ કે તેમાં મેગ્નેટીઝમ વધારે દાખલ થઇ શકે છે.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટની શકિત (Strength of Electro Magnet)—એક ઇલેકટ્રો મેગ્નેટની શકિત તેના તારનાં ગુચ્છાં અથવા કૉઇલમાંથી પસાર થતા ઇલેકટ્રીક કરન્ટના પ્રેસર કે જથ્થા ઉપર જ કાંઇ આધાર રાખતી નથી; પરંતુ એ કરન્ટ તે ગુંછળાં-માંથી વહેતાં કેટલો તેજ અથવા બળવાન બની જાય છે તે ઉપર આધાર રાખે છે. સ્ટીમ પાઇપનો એક દાખલો લેવાથી એ ક્રિયા ઝટ સમજ પડશે. એક ખંડ અથવા ઓરડામાં ગરમી આપવા માટે સ્ટીમ પાઇપ મૂકવાનો છે. જો એ સ્ટીમ પાઇપ સીધો અને લાંબો એક છેડેથી બીજે છેડે મૂકવામા આવે તો તેમાંથી જેટલી ગરમી રેડીએશન (radiation) અથવા તે સીધી પાઇપની સપાટી ઉપરથી નિકળતાં ગરમીનાં અણુદીઠ કિરણો મારફતે મળે તે કરતાં વધારે ગરમી તે પાઇપને એક કૉઇલ અથવા ગુંછળાના આકારમાં વાળીને અથવા તે

પાઇપને ઓરડામાં ચો તરફ બેચાર આંટા ફરતી રાખીને તેની લંબાઇ વધારવાથી મળી શકે, કારણ કે જેમ પાઇપ વધુ લાંબી હોય તેમ તેની સપાટી પણ વધુ હોય. આવી રીતે ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટના લોખંડના કોરની આસપાસ વિંટાળવામાં આવતા તારની જેટલી લંબાઇ વધુ રાખવામાં આવે તેટલો તે તારમાંથી પસાર થતો ઇલેક-ટ્રીક કરન્ટ વધુ તેજ થાય છે, કારણ કે તારની સપાટીમાંથી વિજળીની શક્તિની લીટીઓ (lines of force) તારને કાટખૂણે નિકળીને વચ્ચે મૂકેલા લોખંડના કોરની ધાતુને કાપે છે. માટે ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનાં કાટલાં (spool) ઉપર તારના જેટલા વધુ આંટા હોય અને તે આંટાઓના જેટલાં વધુ પડ (layers) હોય તેટલી તે મેગ્નેટની શક્તિ વધે છે.

ઇલેકટ્રો મેગ્નેટના કોર ઉપરનો કૉઇલ (Wire Coil over the Core)—ઉપર લખેલાં કારણોને લીધે એક ઇલે-કટ્રો મેગ્નેટના કોર ઉપર બને તેટલો પાતળો તાર વિંટાળીને તેનાં ઘણાં પડ કરવામાં આવે છે. સાધારણ રીતે જો એક કોર એક ઇંચ ડાયામેટરનો હોય તો તે ઉપર તારનું ગુંછળું વિંટાળીને તેનો ડાયામેટર લગભગ ત્રણ ગણો એટલે ત્રણ ઇંચ કરવામાં આવે છે. તારનાં ગુંછળાંની જાડાઇની પણ હદ હોય છે. ચોક્કસ હદ ઉપરાંત વધારે તાર વિંટાળવાથી ઇલેકટ્રો મેગ્નેટની સંપૂર્ણતા (efficiency) વધતી નથી, કારણ કે કોર ઉપર તારનું પડ ઘણું જાડું કરવાથી ઇલેકટ્રીક કરન્ટનાં બળની લાઇના (lines of force) તારના ઘણાં જાડાં પડનાં ઉંડાણમાં ઉતરીને કોર ઉપર ઘટતી અસર કરી શકતી નથી. ઉપર લખ્યું તેમ કોર ઉપર વિંટાળેલા તારના જેટલા વધુ આંટા હોય અને જેટલાં વધુ પડ કરવામાં આવે તેટલાં સારાં હોય છે, અને તે કાયદાની રૂહે જાડા તાર કરતાં પાતળો તાર વાપરવાનું પસંદ કરવામાં આવે છે.

કૉઇલના તારની જાડાઇ (Thickness of Coil Wire) કેટલી રાખવી તે સમજવા માટે બે દાખલા લઇએ. ધારો કે એક અરધા ઇંચ ડાયામેટરના કોર ઉપર ના. ૧૦ ના તારનો કૉઇલ વિંટાળેલો છે, અને બીજા તેવાજ કોર ઉપર ના. ૧૬ ના તારનો કૉઇલ છે. ના૦ ૧૦ ના તારની ડાયામેટર આસરે $\frac{1}{10}$ ઇંચ હોય છે, અને ના૦ ૧૬ ના તારની $\frac{1}{20}$ ઇંચ હોય છે. એટલા માટે જો બન્ને કોર

એક ઇંચ લાંબા હોય તો નાં૦ ૧૦ ના તારના ૧૦ આંટા અને નાં૦ ૧૬ ના તારના ૨૦ આંટા કોર ઉપરના એક પડમાં રહેશે; અને કોર ઉપર અરધો ઇંચ જાડું તારનું પડ કરવા માટે નાં૦ ૧૦ ના તારના પાંચ પડ થશે અને નાં૦ ૧૬ ના તારના દશ પડ થશે. હવે જો આપણે તારની જાડાઇની સરકમફરન્સ અથવા સપાટીનો માત્ર કોરની સામે આવનારો અરધોજ ભાગ ઇલેકટ્રિસિટિની અસરકારક લાઇનો કોરને આપતો ગણતરીમાં લઇએ તો ૧૦ નંબરના આખા કૉઇલની અસરકારક (effective) સપાટી આસરે ૭ ચોરસ ઇંચ, અને નાં૦ ૧૬ નંબરના આખા કૉઇલની આસરે ૧૪ ચોરસ ઇંચ થશે. આથી સ્પષ્ટ જણાશે કે એક ઇલેકટ્રો મેગ્નેટના કોરની આસપાસ વિંટાળવાનો તાર પાતળો વાપરવાથી તે તારની વિજળીક બળ આપનારી સપાટી (surface) વધે છે અને તેથી ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ વધારે બળવાન થાય છે. માટે કોઇ ઇલેકટ્રો મેગ્નેટનો પાવર વધારવા માટે તે ઉપરનો જૂનો તાર કાહડી નાખી તે કરતાં વધારે પાતળો અને લાંબો તાર વિંટાળીને તેનાં પડો વધારીને અગાઉ તેમાં જેટલો કરન્ટ આપવામાં આવતો હતો તેટલોજ પાછો આપવામાં આવે છે. અલબતાં પાવરના પ્રમાણમાં પાતળો તાર નાખતાં ચાલુમાં કૉઇલ ગરમ નહી થાય તે ધ્યાનમાં રાખવું જોઇએ. એમાં પણ ચોકકસ હદ છે અને તે હદ ઉપરાંત કૉઇલમાં તારના વધુ આંટા આપવાથી કશો ફાયદો થતો નથી.

કૉઇલમાં એમ્પીઅર તર્ન (Ampere–Turns in the Coil)—એક ઇલેકટ્રો મેગ્નેટના કૉઇલમાં જે કરન્ટ આપવામાં આવતો હોય તે અને તેમાં તારના જેટલા આંટા હોય તે બન્નેના ગુણાકારને એમ્પીઅર–તર્ન કહે છે. ઉપર આપેલા દાખલાઓમાં નાં૦ ૧૦ ના તારના કૉઇલમાં ૧૦ આંટાના પાંચ પડ, અને નાં૦ ૧૬ વાલા તારના કૉઇલમાં ૨૦ આંટાના ૧૦ પડ છે, અને બન્ને કૉઇલમાં જો બે એમ્પીઅર કરન્ટ આપવામાં આવતો હોય તો પેહલ્લામાં ૧૦૦ એમ્પીઅર-તર્ન અને બીજામાં ૪૦૦ એમ્પીઅર–તર્ન થયા. માટે એક કૉઇલમાં એક એમ્પીઅર દીઠ તારના જેટલા આંટા આવ્યા હોય તે ઉપરથી તેના એમ્પીઅર–તર્ન કહેવામાં આવે છે.

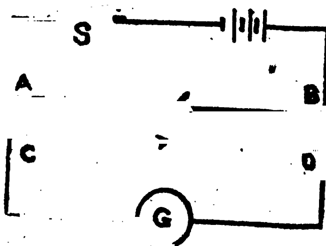
પ્રકરણ—૧૬

કરન્ટ ઇન્ડકશન.

CURRENT INDUCTION.

ઇન્ડકશન—પ્રકરણ-૪ માં કનડકશન વિશે લખવામાં આવ્યું છે જેમાં જણાવ્યું છે કે જ્યાં ધાતુના તાર નાખ્યા હોય ત્યાંજ વિજળીનો પ્રવાહ વહે છે. એ ઉપરાંત વિજળીમાં એક બીજી પણ ઘણી અગત્યની ખાસિઅત છે કે જેથી તે ગમે તેટલાં બળવાન ઇન્સ્યુલેશન અથવા રીઝીસ્ટન્સ કે અટકાવની અંદરથી પણ પસાર થઇ શકે છે, જેને ઇન્ડકશન કહે છે. એક સ્ટીમ પાઇપમાંથી સ્ટીમ પસાર થતી વખતે તે પાઇપથી દૂર ઉભા રહેવા છતાં પાઇપની સપાટી ઉપરથી ગરમીનાં કિરણો બાહેર ફેંકાવાથી રેડીએશનને લીધે આપણને ગરમી લાગે છે. તેમ એક વિજળી પસાર કરતા તાર ઉપર ગમે તેટલું જાડું ઇન્સ્યુલેશનનું પડ ચઢાવેલું હોવા છતાં વિજળીનાં કિરણો તારને કાટખૂણે આવેલી અણુદીઠ લીટીઓમાં બાહેર ફેંકાય છે, જે ઇન્ડકશનથી થાય છે. ઇન્ડકશન હમેશાં કન્ડકશનથી પસાર થતા કરન્ટને કાટખૂણે થાય છે.

ચિત્ર ના. ૬૩ માં A B કન્ડકટર અથવા તાર એક બેટેરી સાથે જોડયો છે અને તે ઉપર S સ્વીચ રાખવામાં આવે છે. A B થી થોડે દૂર બીજો તાર C D છે જેને એક ગેલવેનો મીટર (galvanometer) નામના યંત્ર સાથે જોડવામાં આવ્યો છે, જે યંત્ર કોઇબી તારમાં વહેતો કરન્ટ માપવા માટેનું ઘણું નાજુક યંત્ર હોય છે. A B અને C D વચ્ચે કશો પણ તારનો સંબંધ નહી હોવા છતાં જ્યારે S સ્વીચ દબાવીને A B માં કરન્ટ ચાલુ કરવામાં આવે છે ત્યારે C D માં એક પળવાર કરન્ટ ચાલુ થઇને ગેલવેનોમીટરની સોય એક તરફ ફરી જઇને વિજળીના પ્રવાહની



ચિત્ર નાં૦ ૬૩.
ઇન્ડકશન.

હાજરી C D માં બતાવે છે. તેજ પ્રમાણે વળી સ્વીચ S નો સંબંધ છોડી નાખતાંજ ગેલવેનોમીટરની સોય ઉલટી બાજુ ફરી જઇ કરન્ટ જાણે C D માંથી ખાલી થઇ જતો હોય તેમ બતાવે છે. આવું પરિણામ માત્ર સ્વીચને ચાલુ અથવા બંધ કરતી વખતે જ એક પળવાર નિપજે છે. A B માં સ્વીચ દબાવી રાખી કરન્ટ લાંબો વખત ચાલુ રાખતાં C D ઉપર કશી અસર થતી નથી, પણ સ્વીચ માત્ર ચાલુ કે બંધ કરતી વખતે જ ગેલવેનોમીટરની સોય એક કે બીજી તરફ એક પળવાર ફરી જાય છે, જે C D માં કરન્ટ ઇન્ડયુસ્ડ થવાથી થાય છે. વળી જ્યારે A B પ્રાઇમરી (primary) અથવા મુખ્ય સરકીટમાં કરન્ટની સ્વીચ ચાલુ કરવામાં આવે ત્યારે તેમાં જે દિશામાં કરન્ટ વહેતો હોય તેની ઉલટી દિશામાં C D સેકન્ડરી (secondary) અથવા ગૌણ સરકીટમાં વહે છે, અને વળી જ્યારે સ્વીચનું કનેકશન છોડવામાં આવે તો C D માં કરન્ટ તેથી ઉલટી દિશામાં વહેતો દેખાય છે. એવી રીતે જો સ્વીચ S ને ઝડપથી ઉઘાડ બંધ કરવામાં આવે તો C D માં થતાં ઇન્ડકશનને લીધે ગેલવેનોમીટરની સોય ઉલટા સુલટી હાલ્યા કરે છે.

વાયરલેસ ટેલીગ્રાફી (Wireless Telegraphy) ની શોધ આ જાતનાં ઇન્ડકશનને લીધે કરવામાં આવી છે. એક તાર અથવા સરકીટમાં જ્યારે ઇન્ડકશનથી કરન્ટ ચાલુ કરવામાં આવે છે ત્યારે તે તારની આસપાસ ફરતું મેગ્નેટીક ફીલ્ડ ગોળ અણદીઠ રીંગો અથવા સરકલમાં થાય છે, જે ફીલ્ડ તારની નજદીકમાં ઘટ હોઇ જેમ જેમ દૂર થતું જાય તેમ તેમ આછું અથવા નબળું થતું જાય છે. એ ફીલ્ડની કશી હદ હોતી નથી અને તારમાં વહેતા કરન્ટનાં પ્રમાણમાં એ ફીલ્ડ માઇલો સુધી લંબાય છે, અને એ મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં મૂકેલાં રીસીવર નામનાં યંત્ર મારફતે એ ફીલ્ડમાં થતા ફેરફાર ઝીલી અને જાણી શકાય છે.

ઇલેક્ટ્રો મેગનેટનાં મેગનેટીક ફીલ્ડમાં કશોબી ઇલેક્ટ્રીકલ પ્રેસર (વોલ્ટેજ) હોતો નથી. જ્યાં સુધી ઇલેક્ટ્રો મેગનેટના કૉઇલમાં એક સરખો કરન્ટ ચાલ્યા કરે અને તેનાં ફીલ્ડમાં મૂકેલો કન્ડકટર કશીબી હીલચાલ કરે નહી ત્યાંસુધી તે ફીલ્ડમાં કશો પ્રેસર ઉત્પન્ન થતો નથી. પણ મેગનેટમાં ચાલતા કરન્ટમાં ફેરફાર થતાંજ

અથવા ફીલ્ડમાં મેળેલા કન્ડકટરમાં હીલચાલ થતાંજ ફીલ્ડમાં ઇલેકટ્રો મોટીવ ફૉર્સ ઉત્પન્ન થાય છે, જે ક્રિયાને ઇન્ડકશન કહે છે. ઇન્ડકશન માટે મેગનેટ અને કન્ડકટર વચ્ચે ધાતુનો સંબંધ થતો નથી, પણ મેગનેટનાં ફીલ્ડમાં કન્ડકટરને એવી રીતે હલાવવાથી વિજળી ઉત્પન્ન કરી શકાય છે કે જેથી તે કન્ડકટર મેગનેટના બે છેડાઓ વચ્ચે ચાલુ રહેલાં મેગનેટીઝમના અણુદીઠ મગનેટિક ફૉર્સની લીટીઓને કાપી શકે. ચિત્ર નં૦ ૬૦ માં મેગનેટના બે છેડા સાઉઠ પોલ અને નૉર્થ પોલ વચ્ચે અણુદીઠ ચાલુ રહેલી મેગ્નેટીક ક્રિયા લીટીઓમાં બતાવી છે. એ લીટીઓવાળી ખાલી જગા તે મેગ્નેટીક ફીલ્ડ છે. એ ફીલ્ડમાં એક કન્ડકટર એટલે ધાતુનો સળિઓ મેલો તો તે ફીલ્ડમાં કશો પ્રેસર ઉત્પન્ન થતો નથી. પણ જો એ મેગ્નેટના છેડાઓને લાગ્યા વગર તે કન્ડકટરની મદદથી એ અણુદીઠ લીટીઓ ઝડપથી કાપો, યાને એ ખાલી દેખાતી જગ્યામાંથી એક ધાતુનો સળિઓ ઝડપથી પસાર કરો તો ફીલ્ડમાં E. M. F. અથવા વોલ્ટેજનો પ્રેસર ઉત્પન્ન થાય છે, જેને ઇન્ડકશન કહે છે.

સેલ્ફ ઇન્ડકશન (Self Induction)—એક લાંબા પાઇપમાંથી વહેતાં પાણીને એકાએક અટકાવવામાં આવતાંજ તે પાઇપમાંથી જોરમાં વહેતું પાણી અટકી પડીને અટકાવ સાથે અથડી પડે છે અને મોટો અવાજ કરે છે જેને વૉટર હેમર (water hammer) અથવા પાણીનો હથોડો કહે છે. એટલે કે જો એક પાઇપમાં ઉંચી જગાએથી પાણી ધસારાબંધ મોટા પ્રેસર સાથે વહેતું હોય અને તેને નીચલે છેડેનો કૉક જો એકાએક અને ઝડપથી બંધ કરી નાખવામાં આવે તો પાણીમાં આવેલો ગતિવેગ (momentum) કાંઇ એકાએક અટકી જતો નથી; અને પાણી લવચીક નથી, પણ દબાવી નહી શકાય તેવું (incompressible) સંગીન હોવાથી તે પાણી પાઇપને છેડે મૂકેલા અટકાવ સાથે આવીને જોરથી અથડાય છે, અને ઘણી વખત કૉક કે પાઇપ ફાટી પણ જાય છે. જો આ ઠેકાણે એક પ્રેસર ગેજ લગાડયો હોય અને વહેતાં પાણીનો પ્રેસર ધારો કે ૧૦૦ પાઉન્ડ હોય અને પાઇપને નીચલે છેડે રાખેલો કૉક એકાએક બંધ કરવામાં આવે તો પાણીના આ ચાલુ ધસારા અને ગતિવેગને લીધે પાણી જોરથી અથડાઇને એ પ્રેસર એક પળવાર સેંકડો પાઉન્ડનો

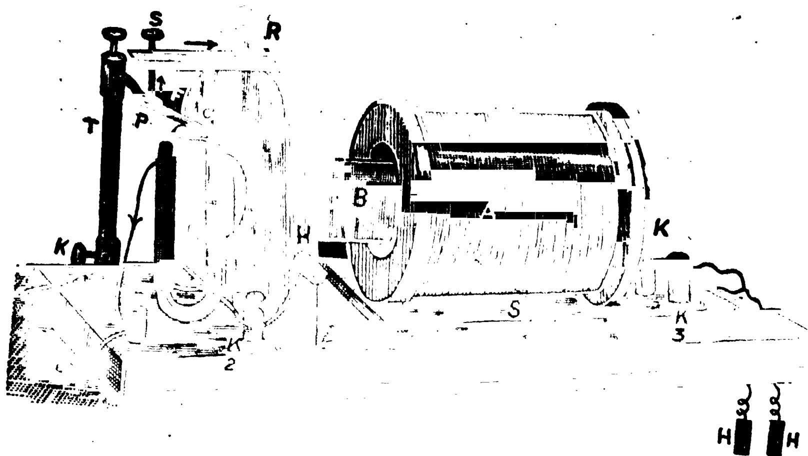
વધી ગયલો દેખાય છે. આ પરિણામ વહેતાં પાણીનો ગતિવેગ એકા-એક અટકાવતાં નિપજે છે. એજ પ્રમાણે એક ઘણાં લાંબા તારમાં જો વિજળીનો કરન્ટ વહેતો હોય અને તે વહેતા કરન્ટને એકાએક અટકાવવામાં આવે-એટલે કે તેની સ્વીચ એકદમ ઉઘાડી નાખવામાં આવે-તો સ્વીચમાં કનેક્શનો વચ્ચે ચિંગારી પડે છે, એટલે વિજળી સ્વીચનાં એક કનેકશનમાંથી ઉછળીને બીજા કનેકશનમાં જાય છે. હવે જો આપણે એ લાંબા તારને વધુ લાંબો કરીને તેનું કૉઇલ કરીને તેમા કરન્ટ આપી તેના બે છેડા નજદીક લાવી (make) જોડીએ તો કશું થશે નહી; પણ તે છેડાઓને છૂટા પાડતાંજ, એટલે કનેક-શનો બ્રેક (break) કરતાંજ, એક વધારે મોટી ચિંગારી પડશે. જો એ કૉઇલમાં વચ્ચે એક લોહડાંનો સળિઓ કોર તરીકે મૂકી એવીજ તપાસ કરીએ તો કૉઇલના છેડા પેહલ્લાં જોડીને છુટા પાડતાં અને કરન્ટ તેટલોજ હોવા છતાં હજી પણ વધારે મોટી ચિંગારી પડશે. આ ઉપરથી માલમ પડશે કે ચિંગારીનું બળ કાંઇ માત્ર તારમાં આપ-વામાં આવતા કરન્ટના બળ ઉપર આધાર રાખતું નથી; પરંતુ તારનો કૉઇલ અથવા સોલેનૉઇડ બનાવાથી, અને તે સોલેનૉઇડનો ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટ બનાવવાથી, તે કૉઇલની આસપાસ જે મેગ્નેટીઝમ વધતું જાય છે તે મેગ્નેટીઝમ ઉપર ચિંગારીના બળ (strength) નો આધાર રહે છે, જે સેલ્ફ ઇન્ડકશનથી થાય છે.

ઇન્ડકશન કૉઇલ (Induction Coil)—ઇન્ડકશનની ક્રિયા ચાલુ કરી તેનો લાભ લેવા માટે બે સીધા લાંબા તાર ચિત્ર નાં૦ ૬૩ માં બતાવ્યા પ્રમાણે રાખવાની જરૂર નથી, કારણ કે તે ગોઠવણ ઘણી અગવડ ભરેલી થઇ પડે છે. એ માટે સગવડતા મેળવવા માટે બે કાટલાંઓ ઉપર તાર વિંટાળીને તેના કૉઇલ બનાવવામાં આવે છે, અને એક કૉઇલનું કાટલું પોકળ કરી તેમાં બીજા કૉઇલનું કાટલું અંદર લાગુ નહી રહે તેવી રીતે સરતું રાખવામાં આવે છે. જે કૉઇલમાં બેટરીનો કરન્ટ આપવાનો હોય તેને પ્રાઇમરી કૉઇલ અને બીજાને સેકન્ડરી કૉઇલ કહે છે. પ્રાઇમરી કૉઇલમાં કરન્ટ ચાલુ કર-તાંજ સેકન્ડરી કૉઇલમાં કરન્ટ ઇન્ડયુસ્ડ (induced) થાય છે અથવા ઉશ્કેરાય છે, અને એના ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટને લીધે એક ધ્રુજતી સ્વીચ અથવા હથોડી અથવા કૉન્ટેક્ટ બ્રેકરની મદદથી પ્રાઇમરી કૉઇલમાં

ફરતો કરન્ટ ચાલુ બંધ થયા કરવાથી સેકન્ડરી કૉઇલમાંથી બાહેર પડતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ અતિઘણો વધી જાય છે. જે તારમાંથી કરન્ટ બાહેર પડે છે તેના છેડા જો એક બીજાથી આસરે બે દોરા દૂર રાખ્યા હોય તો જે ચિંગારી પડે તેનો વોલ્ટેજ આસરે ૫૦૦૦ હોય છે, અને જો એક ઇંચ દૂર રાખી ચિંગારી પાડવી હોય તો વોલ્ટેજ લગભગ ૭૦૦૦૦ થી ૧૦૦૦૦૦ થઇ જાય છે. આવું પરિણામ પ્રાઇમરી કૉઇલમાં માત્ર ૮ થી ૧૦ વોલ્ટનો કરન્ટ આપવાથી મળે છે, અને તે છતાં મોટા ઇન્ડકશન કૉઇલની મદદથી શૉક (shock) અથવા આચકો આપતાં માણસનું મરણ પણ નિપજે છે. પ્રાઇમરી કૉઇલ ઉપર જાડો પણ થોડા આંટાનો તાર વિંટાળવામાં આવે છે, અને સેકન્ડરી ઉપર ઝીણો તાર ઘણો લાંબો ઘણાં પડોમાં વિંટાળવામાં આવે છે. સેકન્ડરી કૉઇલમાંથી બાહેર પડતી વિજળીનો સીંગલ ફેઝ (single phase) ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ હોય છે.

ઇન્ડકશન કૉઇલો ખાસ કરીને ત્રણ જાતના આવે છે. શૉક (shock) કૉઇલ વૈદક ધંધામાં બિમાર માણસને ચોકકસ વ્યાધી ઉપર ઘટતાં પ્રમાણમાં આંચકો કે ધ્રુજરી આપવા માટે વપરાય છે. બીજી જાતના સ્પાર્ક (spark) કૉઇલ કેટલીક બિમારીઓ એક્ષરે (X ray) નામનાં કિરણો આપી મટાડવા માટે તેમજ વાયરલેસ ટેલીગ્રાફીમાં વપરાય છે. ત્રીજી જાતના ટ્રાન્સફૉરમર (transformer) કૉઇલ નાના વોલ્ટેજના કરન્ટને વધારી (stepping up) મોટા વોલ્ટેજમાં, તેમજ મોટાને નાનામાં સ્ટેપડાઉન કરીને ફેરવી આપવા માટે વપરાય છે. પહેલ્લા બે જાતના કૉઇલોની બનાવટમાં ઝાઝો ફરક હોતો નથી. ટ્રાન્સફૉરમર કૉઇલમાં કૉન્ટૅક્ટ બ્રેકર કાહડી નાખીને ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ વાપરવામાં આવે છે.

ચિત્ર ના૦ ૬૪ માં ઇન્ડકશન કૉઇલ બતાવ્યો છે. લાકડાંની એક બેકઠમાં ખાંચો પાડી તેમાં સરતાં (sliding) S પાટિઆં ઉપર સેકન્ડરી કૉઇલ A ગોઠવ્યો છે, જે ઉપર સેંકડો ફીટ લાંબો પાતળો ઇન્સ્યુલેટેડ તાર વિંટાળેલો છે. એના છેડા જમણી બાજુના K K સ્ક્રૂ સાથે જોડેલા છે જેમાંથી ઇન્ડ્યુસ્ડ કરન્ટ (induced current) બાહેર પડે છે. એ સાથે H H હેન્ડલો જોડેલાં છે તે હાથમાં લેવાથી વિજળીની ધ્રુજરી લાગે છે.



ચિત્ર નં૦ ૬૪.

ઇન્ડકશન કૉઇલ.

પ્રાઇમરી કૉઇલ B ઉપર પણ પાતળો ઝીણો અને ઘણો લાંબો તાર વિંટાળેલો છે અને તેનો કોર (core) આડા લોહડાંના તારનાં બંડલનો બનાવેલો હોય છે જેને લેમીનેટેડ (laminated) કોર કહે છે. જો B પ્રાઇમરી કૉઇલમાં કરન્ટ દાખલ કરી એકાએક અટકાવવામાં આવે તો A સેકન્ડરી કૉઇલમાં મોટા વોલ્ટેજનો ઇન્ડયુસ્ડ કરન્ટ ઉત્પન્ન થાય. A અને B કૉઇલો વચ્ચે કશોએ ધાતુના તારનો સંબંધ નથી, અને S પાતિઆંને આગળ પાછળ સ્લાઇડ કરવાથી A માં ઉત્પન્ન થતા ઇન્ડયુસ્ડ કરન્ટનું જોર ઓછું વધતું કરી શકાય છે.

હવે B પ્રાઇમરી કૉઇલમાં દાખલ થતા કરન્ટને ઝડપથી ચાલુ બંધ (make and break) કરવા માટે એક કૉન્ટેકટ બ્રેકર (contact breaker) રાખવામાં આવ્યો છે જેને વૅગનર હૅમર (Wagner hammer) પણ કહે છે, જે ડાબી બાજુએ બતાવ્યો છે. એમાં E ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ છે, જેના બે છેડા અથવા પોલ (pole) ઉપર C આરમેચર F સ્પ્રીંગની મદદથી ટાંગેલો છે. એ સ્પ્રીંગ એવી રીતે ગોઠવેલી હોય છે કે તે C આરમેચર અથવા હથોડી ને E મેગ્નેટના છેડાઓથી દૂર રાખે છે, જેથી S સ્ક્રુના નીચલા છેડા સાથે F સ્પ્રીંગ લાગુ રહે

છે. S સ્ક્રુના નીચલા છેડા સાથે પ્લેટીનમ ધાતુનો ટુકડો P લગાડેલો છે, જેથી તે બળીને ખવાઇ નહી જાય.

બેટરીમાંથી લીધેલા હલકા વોલ્ટેજનો કરન્ટ ડાબી બાજુના સ્ક્રુ K સાથે જોડેલા તારમાં દાખલ થઇ T F S R ને રસ્તે તીરની નિશાનીથી બતાવેલી દિશામાં ચાલી પ્રાઇમરી કૉઇલ B માં દાખલ થાય છે; તેજ વખતે વળી તે કરન્ટ નાળના આકારના E ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટમાં પણ H K2 ને રસ્તે દાખલ થઇ તેને તેજ કરે છે, જેથી આરમેચર C ને તે નીચે ખેંચે છે, જેથી S સ્ક્રુના નીચલા છેડા સાથનો F સ્પ્રીંગનો સંબંધ છુટી જાય છે. આના પરિણામમાં પ્રાઇમરી કૉઇલ B માં દાખલ થતો કરન્ટ બંધ પડે છે. જેવો એ કરન્ટ બંધ પડયો કે E મેગ્નેટમાં ફરતો કરન્ટ પણ બંધ પડી જાય છે તેથી E નું મેગ્નેટીઝમ જતું રહે છે, અને તેનો પાવર બંધ થઇ તેનું ખેંચાણ બંધ થવાથી F સ્પ્રીંગ C આરમેચરને ઉંચકી નાખી પાછો S સાથે સંબંધ કરે છે.

આવી ક્રિયા એટલી બધી ઝપડથી ચાલુ રહે છે કે F સ્પ્રીંગ અને C આરમેચર એક નાજુક હથોડી માફક E ના છેડાઓ ઉપર ધુજ્યા કરે છે અને B માં ફરતો કરન્ટ ચાલુ બંધ થયા કરે છે, તેથી A માં કરન્ટ ઇન્ડયુસ્ડ થઇ તે મોટા વોલ્ટેજમાં H H હેન્ડલો મારફતે બાહેર પડે છે.

ઇંગ્રેજી ડાકટરો કેટલીક બિમારીઓ માટે એવી જાતના ઇન્ડકશન કૉઇલોનાં H હેન્ડલો બિમાર પાસે પકડાવીને ચાલુ કરવાથી બિમારના હાથ ખુબ ધુજવા માંડે છે, જેથી શરીરમાં લોહીનું ફરવું ઝડપથી થાય છે. S સ્લાઇડની મારફતે A કૉઇલને B ઉપર ઓછાં વધતાં પ્રમાણમાં ખસાડીને મુકવાથી H H હેન્ડલોમાં આવતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ ઓછો વધતો કરી શકાય છે.

પેટ્રોલ અને ગૅસ એનજીનનાં ઇગ્નીશન (Ignition) માટે એવા ઇન્ડકશન કૉઇલ બેટરી સાથ વાપરવામાં આવે છે. જ્યારે માત્ર એકજ ʼાઇલ બેટરી સાથે હોય છે ત્યારે તે

લો ટેન્સન (low-tension) કહેવાય છે, અને ડબલ ઇલવાળા હાઇ ટેન્સન (high-tension) કહેવાય છે. એવાં ઇગ્નીશનને સેટ કરવાની ખરી ખુબી કરન્ટને ઘણી ઝડપથી અટકાવીને સંબંધ તોડી નાખવામાં હોય છે, માટે એનાં મેક એન્ડ બ્રેક (make and break) નાં યંત્રમાં વપરાતી સ્પ્રીંગ ઘણી જોરાવર રાખવી જોઇએ, અને તે સ્પ્રીંગનું જોર ઓછું થતાંજ તેને તાઇટ કરી વધારવું જોઇએ, અથવા નવી સ્પ્રીંગ નાખવી જોઇએ, જેથી કરન્ટનો સંબંધ ઘણીજ ઝડપથી તૂટી જયા કરે.

કન્ડેનસર (Condenser)—ઉપર વર્ણવેલા ઇન્ડકશન કૉઇલમાં પ્રાઇમરી કૉઇલમાં વહેતો કરન્ટ ઝડપથી ચાલુ બંધ કર્યા કરવાથી તેની સ્વીચ હેમર C અને E મેગ્નેટના છેડાઓ વચ્ચે મોટી ચિંગારી પડયા કરે છે, કારણ કે પ્રાઇમરી કૉઇલમાં પણ વહેતા કરન્ટનું ઇન્ડકશન થઇને C સ્વીચમાંથી બાહેર પડતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ વધી જાય છે. આ ચિંગારી બીનઉપયોગી છે અને E ના છેડાઓ અને C આરમેચરને બાળી નાખે છે. જ્યાં મોટી ચિંગારી (spark) મેળવવા માટે ઇન્ડકશન કૉઇલ વાપરવાનો હોય ત્યાં તો તે ચિંગારી સેકન્ડરી કૉઇલના કનેકશનમાંથીજ મેળવવી જોઇએ. માટે પ્રાઇમરી કૉઇલમાં ઇન્ડકશન થતું અટકાવવા માટે બેટરી અને પ્રાઇમરી કૉઇલ વચ્ચે એક કનડેનસર રાખવામાં આવે છે, જે પ્રાઇમરી કૉઇલમાં થતા કરન્ટના આચકા સમાવી લીયે છે. એ કન્ડેન્સરની બનાવટ ઘણી સાદી હોય છે. એમાં કલ્લઇનાં પાતળાં પત્રાં એક પુસ્તકનાં પાનાંઓ માફક એક બીજાં ઉપર ચોડો કરી ગોઠવવામાં આવે છે અને તે દરેક પત્રાંને નંબર આપેલાં હોય છે. એકકી નંબરવાળાં પત્રાં એક તરફ અને બેકકી નંબરવાળાં પત્રાં બીજી તરફ જોડેલાં હોય છે, અને બેટરીનો કરન્ટ એ કનેકશનો મારફતે કન્ડેનસરમાં દાખલ કરી પ્રાઇમરી કૉઇલમાં આપવામાં આવે છે. પત્રાંઓ વચ્ચે પાતળાં પેરેફીન નામનાં મીણમાં બોળી કાહડેલાં કાગળનું ઇન્સ્યુલેશન હોય છે. આથી પ્રાઇમરી કૉઇલનાં કનેકશનોમાં ઇન્ડકશન થતું નથી અને સેકન્ડરી કૉઇલમાંથી ઘણી મોટી સ્પાર્ક મેળવી શકાય છે.

પ્રકરણ—૧૭

ટ્રાન્સફૉરમર

TRANSFORMER

ટ્રાન્સફૉરમર—હાઇ વોલ્ટેજના ઑલટરનેટીંગ કરન્ટને લો વોલ્ટેજમાં બદલી નાખવા માટે અથવા લો વોલ્ટેજને હાઇ વોલ્ટેજમાં બદલવા માટે ટ્રાન્સફૉરમર વપરાય છે. એની બનાવટમાં કાંઇપણ યાંત્રીક કળા હોતી નથી. ઇન્ડકશન કૉઇલની માફક ચિત્ર ના૦ ૬૪ માં બતાવ્યા મુજબ એમાં માત્ર બે કૉઇલ અથવા તારનાં ગુંછળાં હોય છે, જેમાંનો એક પ્રાઇમરી કૉઇલ અને બીજો સેકન્ડરી કૉઇલ કહેવાય છે. પ્રાઇમરી કૉઇલમાં ઓલટરનેટીંગ કરન્ટ આપવાથી સેકન્ડરી કૉઇલમાં થતાં ઇન્ડકશનને લીધે તેમાં પણ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ વહેવા માંડે છે, જો કે એ બે કૉઇલો વચ્ચે કશોભી ધાતુનો ઇલેકટ્રીકલ સંબંધ હોતો નથી. એક ટ્રાન્સફૉરમર તેના પ્રાઇમરી કૉઇલમાં વહેતો કરન્ટ તેના સેકન્ડરી કૉઇલમાં અસલ જેટલાજ વોલ્ટેજે, અથવા અસલ કરતાં વધુ વોલ્ટેજે, અથવા અસલ કરતાં ઓછા વોલ્ટેજે બદલી અથવા ટ્રાન્સફૉર્મ કરી આપી શકે છે. માત્ર ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ માટેજ ટ્રાન્સફૉરમર વપરાય છે. ડાયરેકટ કરન્ટ માટે એની જરૂર પડતી નથી. ઇન્ડકશન કૉઇલમાં એક ધ્રુજતો કૉન્ટૅકટ બ્રેકર હોય છે તેમ ટ્રાન્સફૉરમરમાં હોતો નથી. એમાં કાંઇ પણ યાંત્રીક ગોઠવણ હોતી નથી. જેનેરેટરનો દશ હજાર વોલ્ટ સુધીનો કરન્ટ સીધો બાહેરના સરકીટમાં આપવામાં આવે છે; પણ તેથી વધુ હોય તો તેને સ્ટેપ અપ ટ્રાન્સફૉરમરમાં આપીને તેનો વોલ્ટેજ વધારીને સરકીટમાં દૂર લઇ જવામાં આવે છે, જેથી ત્રાંબાના તાર પાતળા વાપરી શકાતા હોવાથી થાપણના ખરચમાં બચાવ થાય છે. વિજળી વાપરનારાં કારખાનાંઓમાં વોલ્ટેજ પાછો સ્ટેપ ડાઉન કરીને વધારેમાં વધારે ૬૦૦ વોલ્ટથી વધારે પ્રેસર વાપરવા દેવામાં આવતો નથી. એ જાતનો ટ્રાન્સફૉરમર સ્થિર રહી કાંઇ પણ યંત્રકળા વગર કામ કરતો હોવાથી એને સ્ટેટીક (static) ટ્રાન્સફૉરમર પણ કહે છે.

ટ્રાન્સફૉરમર બે જાતના આવે છે. એક જાતને શેલ ટાઇપ (shell type) કહે છે, જેમાં લોહડાંની ચોરસ રીંગની વચ્ચે

આવો ⊟ એક આડો બાર રાખી તે બાર ઉપર ત્રાંબાના તારના પ્રાઇમરી તથા સેકન્ડરી કૉઇલો લપેટવામાં આવે છે. બીજાને કોર તાઇપ (core type) કહે છે, જેમાં લોહડાંની ચોરસ આવી □ રીંગ ઉપરજ બન્ને કૉઇલો લપેટેલા હોય છે. લોહડાંની એ ચોરસ રીંગને બન્ને જાતના ત્રાન્સફૉરમરમાં કોર અથવા ગાભો કહે છે. એ કોર ઘટતા આકારનાં નરમ લોહડાંનાં પાતળાં પત્રાંને એક બીજા ઉપર ચોડ કરી બનાવેલો હોય છે, જેને લેમીનેટેડ કોર (laminated core) કહે છે. દરેક બે પ્લેટ વચ્ચે ઇન્સ્યુલેશન મુકેલું હોય છે. કોર તાઇપ ત્રાન્સફૉરમરમાં ચોરસ રીંગની આસપાસ ફરતાં કૉઇલ વિંટાળેલા હોવાથી તેઓ ઠંડા રહે છે, જ્યારે શેલ ટાઇપમાં ચોરસ રીંગની વચ્ચે રાખેલા આડા બાર ઉપર કૉઇલો વિંટાળેલા હોય છે, જે લગાર વધુ ગરમ રહે છે. વળી કોર તાઇપમાં કોઇ ખરાબ થયેલો કૉઇલ સહેલાઇથી કાહડી નાખી બદલી શકાય છે, પણ શેલ તાઇપમાં તો કૉઇલ કાહડવા માટે ત્રાન્સફૉરમરના કોરને છોડવો પડે છે, જે કામ ઘણું ગુંચવાડા ભરેલું હોય છે. એ કારણ થકી ઘણાખરા ત્રાન્સફૉરમરો કોર તાઇપનાજ વપરાય છે.

ત્રાન્સફૉરમરને ઠંડો રાખવાની ગોઠવણ મોટા ત્રાન્સફૉરમરોમાં કરવામાં આવે છે. ૧૦૦ કીલોવૉટથી વધુ મોટા ત્રાન્સફૉરમરમાં પંખાથી પવન ફુકીને ત્રાન્સફૉરમર ઠંડો રાખવો પડે છે. જ્યાં સુકકી જગ્યા હોય ત્યાં આવી રીતે પવન ફુંકીને ત્રાન્સફૉરમર ઠંડો રાખવાની ગોઠવણ સારૂં કામ કરે છે, પણ ઘણા મોટા વોલ્ટેજ માટે તથા ભિનાશવાળી જગ્યા માટે તો ત્રાન્સફૉરમરને તેલમાં ડુબેલો રાખવામાં આવે છે, જેથી તેનું ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ થાય નહી. ૨૦૦૦૦ વોલ્ટ સુધીના ત્રાન્સફૉરમરો ઠંડા મુલકોમાં માત્ર પંખાના ડ્રાફ્ટથી ઠંડા રાખી શકાય છે, પણ આપણા દેશમાં તેલમાં ડુબાવેલા ત્રાન્સફૉરમર વાપરવાની જરૂર છે. તેલ ઘણું સારૂં ઇન્સ્યુલેટર કહેવાય છે, અને તેથી ત્રાન્સફૉરમરનાં કોઇ કનેકશનો વચ્ચે ચિંચારી પડવા પામતી નથી. તેલ અલબત્તાં ગરમ થઇ જાય છે જેને ઠંડું રાખવા માટે મોટા ત્રાન્સફૉરમરોમાં ઠંડા પાણીના પાઇપનું સરક્યુલેશન રાખેલું હોય છે; તો પણ ત્રાન્સફૉરમરની ટેમ્પરેચર ૧૭૦ ડીગ્રી ફેરનહીટથી વધુ રાખવામાં આવતી નથી. ત્રાન્સફૉરમર વળી

તેલમાં ડુબેલો રાખવાથી તેના કૉઇલ વગેરેમાં બિનાશ દાખલ થવા પામતો નથી. ટ્રાન્સફૉરમરની બાહેરની ટાંકી ઉપર રીબો (ribs) કાસ્ટ કીધેલી હોય છે, જેથી ટાંકીની બાહેરની સપાટી વધવાથી ગરમી રીબોમાં ફેલાઇને ટ્રાન્સફૉરમર ઠંડો રહે છે.

ટ્રાન્સફૉરમરમાં વપરાતું તેલ ખનીજ (mineral) જાતનું હોય છે. તેમાં જરા પણ પાણી, એસીડ, ખાર કે ગંધકના પદાર્થો હોવા નહી જોઇએ. એ તેલમાં જો લાલચોલ કરેલું લોહડું ડુબાડવામાં આવે તો તેમાં કકડા પડવાનો અવાજ નહી થવો જોઇએ. જો તેમ થાય તો તેલમાં પાણીનો ભાગ ભેળાયલો સમજવો. જો તેલમાં સેંકડે એક ટકાનો ૨૦ મો ભાગ પણ પાણી હોય તો તેલથી મળતાં ઇન્સ્યુલેશનની કીમ્મત ૫૦ ટકા ઘટી જાય છે. તેલની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ ૬૦ ડીગ્રી ટેમ્પરેચરે .૮૫ થી .૯૨ સુધીની હોવી જોઇએ.

મોટા ટ્રાન્સફૉરમરમાંથી વ્યર્થ જતો પાવર (Transformer Losses) ત્રણથી ચાર ટકા હોય છે. એટલે કે એક ટ્રાન્સરફૉરમરના પ્રાઇમરી કૉઇલમાં ૧૦ એમ્પીયર અને ૧૦૦૦ વોલ્ટ દાખલ કરી તેના સેકન્ડરી કૉઇલમાંથી ૯૭ એમ્પીઅર અને ૧૦૦ વોલ્ટ, અથવા ૯૭૦ એમ્પીઅર અને ૧૦ વોલ્ટ મેળવી શકાશે. નાના ટ્રાન્સફૉરમરોમાં એ ઘટ લગભગ ૧૦ ટકા સુધીની પડે છે.

ઇન્ડ્યુસ્ડ વોલ્ટેજ (Induced Voltage)—પ્રાઇમરી અને સેકન્ડરી કાઇલના વોલ્ટેજ વચ્ચે કેટલો ફરક રહે તે એ બન્ને કોઇલમાં કેટલા આંટા (turns) તાર વિંટાળેલો છે તે ઉપર આધાર રાખે છે. દાખલા તરીકે પ્રાઇમરીમાં ૫૦૦ આંટા તાર વિંટાળેલો હોય અને સેકન્ડરીમાં ૫૦ આંટા વિંટાળેલો હોય તો ટ્રાન્સફૉરમેશન રેસ્યો (transformation ratio) અથવા બન્ને કૉઇલોના વોલ્ટેજ વચ્ચેના ફરકનું પ્રમાણ ૧૦:૧ નું રહેશે; અથવા જો પ્રાઇમરી ૧૦૦૦ વોલ્ટનો કરન્ટ હોય તો સેકન્ડરીમાં લોડ વગર ૧૦૦ વોલ્ટનો કરન્ટ મળશે. તેજ પ્રમાણે જો પ્રાઇમરીમાં ૧૦ એમ્પીઅર કરન્ટ વહેતો હોય અને ટ્રાન્સફૉરમેશન રેસ્યો ૧૦ નો હોય તો ૧૦×૧૦= ૧૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ સેકન્ડરી કૉઇલમાં વહેશે. આ ઉપરથી જણાશે

કે કૉઇલોના આંટાઓ અને વોલ્ટેજ વચ્ચે સીધો સંબંધ છે, અને કૉઇલોના આંટાઓ અને એમ્પીઅર વચ્ચે ઉંધો સંબંધ છે, જે નીચે બતાવ્યું છેઃ–

પ્રાઇમરી વોલ્ટેજ:સેકન્ડરી વોલ્ટેજ=પ્રાઇમરીના આંટાઃ સેકન્ડરીના આંટા. પ્રાઇમરી એમ્પીઅરેજ: સેકન્ડરી એમ્પીઅરેજ=સેકન્ડરીના આંટાઃ પ્રાઇમરીના આંટા.

સ્ટેપ-અપ ટ્રાન્સફૉરમર (Step-up Transformer) ઓછા વોલ્ટેજને વધારે વોલ્ટેજમાં ફેરવી નાખવા માટે વપરાય છે. કોઇ ઠેકાણે ઓછા વોલ્ટેજનો જેનરેટર હોય અને કરન્ટ ઘણે દૂર લઇ જવાનો હોય તો ઓછા વોલ્ટેજને લીધે ત્રાંબાનો કન્ડકટર ઘણો જાડો નાખવો પડે, જે ઘણું ખર્ચાળુ થઇ પડે. તેથી ઓછા વોલ્ટેજે કરન્ટ ઉત્પન્ન કરીને તેને ઉંચા વોલ્ટેજના કરન્ટમાં ટ્રાન્સફૉર્મ કર્યા પછી તેને લાઇનમાં આપવામાં આવે છે.

સ્ટેપ-ડાઉન ટ્રાન્સફૉરમર (Step-down Transformer) ઉંચા વોલ્ટેજને નીચા વોલ્ટેજમાં ફેરવી નાખવા માટે વપરાય છે. જેનેરેટરમાં હમેશાં બને તેટલા હાઇ વોલ્ટેજનો કરન્ટ ઉત્પન્ન કરવાનું કરકસર ભરેલું હોય છે, પણ જ્યાં કરન્ટ વાપરવાનો હોય–જેમકે ઇલેકટ્રીક લાઇટ કે પાવર માટે–ત્યાં આજુબાજુ કામ કરતાં માણસોની સલામતી માટે વોલ્ટેજ ઓછો કરવોજ પડે છે. આવા ટ્રાન્સફૉરમરની શોધને લીધે તો હવે ઉંચા વોલ્ટેજનો પાવર ઉત્પન્ન કરી તેને સેંકડો માઇલ દુર ઘણા ઓછા ખરચે લઇ જઇ શકાય છે. આથી જંગલોમાંથી વહેતી નદીઓ કે પાહડો ઉપરથી પડતા પાણીના ધોધથી ઇલેકટ્રીક પાવર ઉત્પન્ન કરી તેને દુરના ઉદ્યોગીક શહેરોમાં થોડા ખરચે લઇ જઇ શકાય છે.

પ્રકરણ—૧૮.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ.

ALTERNATING CURRENT.

ઑલ્ટરનેટીંગ અને ડાયરેક્ટ કરન્ટ વચ્ચે સરખામણી (Comparison between Alternating

and Direct Currents)—પાણી ખેંચનારા એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પમાંથી જેમ પાણી ચાલુ એકજ સરખું અને એકજ દિશામાં વહયા કરે છે, તેમ ડાયરેક્ટ કરન્ટ તેના ડાઇનેમોમાંથી વહયા કરે છે; પણ જેમ એક ડબલ એકટીંગ પીસ્તન પમ્પમાં પાણી એક ઓક વખતે પમ્પનાં સીલીનડરને એક છેડેથી અને બીજે ઓક વખતે બીજે છેડેથી બાહેર પડે છે, અને પમ્પનાં એક રેવોલ્યુશનમાં પાણી બે વખત જૂદી જૂદી દિશાઓમાં દોડીને પછી એકજ પાઇપમાંથી બાહેર પડે છે તેમ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના જેનરેટરમાં બને છે.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના ફાયદા (Advantages of Alternating Current) એ છે કે એના જેનરેટરમાં માંગો તેટલા વધારે પ્રેસર (વોલ્ટેજ)નો કરન્ટ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, જેથી જ્યાં કરન્ટ ઘણો દૂર લઇ જવો હોય ત્યાં ત્રાંબાના ટ્રાન્સમીસન (transmission) વાયરના ખરચમાં ઘણો ઉગાળો થાય છે, કારણ કે ચોકકસ વૅાટ પાવર દૂર લઇ જવા માટે જેમ વોલ્ટેજ વધુ હોય તેમ કરન્ટ (એમ્પીઅર) ઓછો હોય છે, અને તારની જાડાઇ વોલ્ટેજ ઉપર નહી પણ એમ્પીઅરેજ ઉપર આધાર રાખતી હોવાથી, જેમ એમ્પીઅર ઓછા તેમ જાડાઇ પણ ઓછી, તેથી એટલું ત્રાંબું ઓછું ખપે. વળી એના જેનરેટર તથા મોટર બનાવટમાં ઘણા સાદા હોય છે, અને એ કરન્ટને ઓછા અથવા વધતા વોલ્ટેજમાં ઘણીજ સહેલાઇ અને કડાકુટ વગર બદલી અથવા ટ્રાન્સફૉર્મ (transform) કરી શકાય છે, કે જેમ ડાયરેક્ટ કરન્ટ સાથે બની શકતું નથી. ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ ૧૦૦૦ થી ૧૦૦૦૦૦ વોલ્ટેજ સુધી અથવા તો વધુ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, અને તેને પાછો ઘણી સહેલાઇ અને સગવડથી માંગો તેટલા ઓછા વોલ્ટેજમાં ટ્રાન્સફૉર્મ કરીને બદલી શકાય છે. એ માટેના ટ્રાન્સફૉર્મરની બનાવટ સાધારણ ઇન્ડકશન કૉઇલ જેવી ઘણીજ સાદી અને સહેલ કાંઇબી યાંત્રિક કળા વગરની હોય છે, જે ઉપર કશુંબી ધ્યાન આપવું પડતું નથી, તેમજ જે કદી બિગડી પણ જતો નથી. ડાયરેક્ટ કરન્ટનો વોલ્ટેજ ઘટાડવા માટે તો એક મોટર-ડાઇનેમો રાખવો પડે છે, એટલે કે ઉંચા વોલ્ટેજના કરન્ટથી એક મોટર ચાલી તેનીજ શાફ્ટીંગ સાથે જોડેલો એક ઓછા વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરનારો ડાઇનેમો ચાલે છે, જેમાંથી ઓછા વોલ્ટનો કરન્ટ મેલવવામાં આવે છે, જે રીત ખર્ચાળ અને અગવડ ભરેલી છે.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના બીજા ફાયદા એના મોટર અને જેનરેટરની સાદી બનાવટમાં છે. તેમજ એ કરન્ટના ફેઝ, સાઇકલ, વોલ્ટેજ વગેરેમાં સગવડ પડતો ફેરફાર કરી શકાય છે, અને ત્રાનસ ફોરમરની મદદથી એ કરન્ટ ડાયરેકટ કરન્ટમાં પણ બદલી શકાય છે. વળી એનો કરન્ટ રીઝીસ્ટન્સ આપ્યા વગર ઓછો વધતો કરી શકાય છે.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના ગેરફાયદા (Disadvantages of Alternating Current) એ છે કે એના વોલ્ટેજ ઘણા ઉંચા હોવાથી તે ઉપર કામ કરનારાં માણસો માટે તે ધાસ્તી ભરેલું ગણવામાં આવે છે, અને હાઇ વોલ્ટેજને લીધે એના તારોનું ઇન્સ્યુલેશન પણ વધારે જોરાવર રાખવું પડે છે. વળી એ જાતનો કરન્ટ વિજળીની ગીલીટ ચ્હડાવવા કે સ્તોરેજ બેટેરી ચાર્જ કરવા માટે વાપરી શકાતો નથી. લો ફ્રીકવન્સી કરન્ટ ઉપર બત્તીઓ ધ્રૂજ્યા કરે છે, અને હાઇ ફ્રીકવન્સી ઉપર ઑલટરનેટરો પેરેલલ સરકીટ ઉપર બરાબર કામ કરી શકતા નથી.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટનો કામ કરવાનો ખ્યાલ એક પૉકેટમાં રાખવાનાં નાનાં ધડિઆળના એસ્કેપમેન્ટ વ્હીલ ઉપરથી મલે છે. એ વ્હીલ ગોળને ગોળ ફરતું રેહવાને બદલે પોતાની ધરી ઉપર જેમ ઉલટું સુલટું ફર્યા કરે છે, તેમ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ કન્ડકટરના તારમાં સીધી લીટીમાં વહેવાને બદલે ઉછાળા મારતો મોજાઓના આકારમાં આવી રીતે 〰 એક વેળાએ ઉપર તો બીજી વેળાએ નીચે એ પ્રમાણે વહેતો જાય છે. જેમ સ્થિર પાણીમાં એક પથ્થર નાખવાથી તેમાં મોજો આવે છે, અને તુરતજ બીજો પથ્થર નાખવાથી પેહલ્લા મોજા પાછળ બીજો મોજો આવે છે, અને એ પ્રમાણે પથરા નાખ્યા કરવાથી એક બીજા પાછળ મોજાઓ આવ્યા જાય છે, તેજ પ્રમાણે ઑલટર નેટીંગ કરન્ટમાં થાય છે. કરન્ટના મોજાઓ (waves) જે ચહડ ઉતર કરતા જણાય છે તે ઉપરથી માલમ પડે છે કે એનો વોલ્ટેજ એક સરખો સ્થિર રેહતો નથી, પણ તે ઓછો વધતો થયા કરે છે. આવા મોજાઓને લીધે ઑલ્ટરનેટિંગ કરન્ટ ઉપર ચાલતી બત્તી ધ્રુજ્યા કરે છે, અને એક સેકન્ડમાં થતા એવા મોજાઓની સંખ્યા ઉપર એવી બત્તીઓ ઓછી કે વધુ ધ્રુજવાનો આધાર રહે છે.

ફ્રીકવન્સી (Frequency)—ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના વોલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજ હોવા ઉપરાંત તેની ફ્રીકવન્સી અથવા એક સેકન્ડના વખતમાં એ કરન્ટના વહેવાની દિશા (direction) બદલાવાની સંખ્યા પણ કહેવામાં આવે છે. જો કરન્ટ એક સેકન્ડમાં ૨૦ વખત પોતાને વહેવાની દિશા બદલતો હોય તો તે ૨૦ ફ્રીકવન્સીનો કહેવામાં આવે છે. બે મેગનેટિક પોલવાળા બાઇપોલર ઑલટરનેટરમાં એક રેવોલ્યુશનમાં એક ફ્રીકવન્સી થાય છે, માટે એવા ઑલટરનેટરમાં એક સેકન્ડમાં જેટલાં રેવોલ્યુશન હોય તેટલી ફ્રીકવન્સી સમજવી. મલટીપોલર ઑલટરનેટરમાં જેટલા પોલ હોય તેની અરધી સંખ્યાને એક સેકન્ડમાં થતાં રેવોલ્યુશન વડે ગુણવાથી તેની ફ્રીકવન્સી મળે છે. જેમ કે દર મીનીટે ૧૨૦૦ રેવોલ્યુશન ફરતા ૮ પોલના ઑલટરનેટરની ફ્રીકવન્સી = ૧૨૦૦ ÷ ૬૦ = ૨૦ રેવોલ્યુશન દર સેકન્ડે × ૪ = ૮૦ થશે.

ચિત્ર નં૦ માં ૬૫ આવી રીતના ∿ A થી C સુધીના કર્વને એક સાઇકલ (cycle) અથવા પીરીયડ (period) કહે છે, અને એક સેકન્ડમાં થતી એવી સાયકલની સંખ્યાને ફ્રીકવન્સી કહે છે, જે મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં રાખેલા પોલની સંખ્યા ઉપર આધાર રાખે છે.

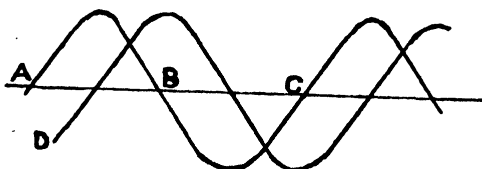
૪૦ કે ૫૦ થી ઓછી ફ્રીકવન્સીવાળા ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ ઉપર ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ લગાડયા હોય તો ઓછી ફ્રીકવન્સીને લીધે લૅમ્પોની બત્તી ધ્રુજતી માલમ પડે છે, કારણ કે ઑલટરનેટીંગ કરન્ટમાં પહેલ્લાં વોલ્ટેજ ૦ થી શરૂ થઇ વધીને પાછો ૦ થઇ પછી બીજી દિશામાં ફરે છે, અને ત્યાં ૦ થી શરૂ થઇ વધીને પાછો ૦ થાય છે, માટે ધારો કે એક સેકન્ડમાં એક ફ્રીકવન્સી હોય તો બત્તી એક સેકન્ડમાં બે વખત બુજાઇ જશે ને બે વખત તેજ થશે. માટે જેમ ફ્રીકવન્સી વધારે હોય તેમ બત્તીનું એ ધ્રુજવું (flickering) સાધારણ આંખે જાણી શકાતું નથી. ૫૦ થી ઓછી ફ્રીકવન્સીવાળા કરન્ટ ઉપરથી બત્તીઓ લેવાની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી કારણ કે બત્તીઓનું ધ્રુજવું (flickering) સાદી આંખે દેખાઇ આવે છે.

સીંગલ ફેઝ (Single Phase)—ઉપર લખ્યા પ્રમાણે કરન્ટનો માત્ર એકજ મોજો ઉછાળા મારતો વહે તેને સીંગલ ફેઝ

કહે છે, અને તેનો આકાર અથવા કર્વ ચિત્ર નાο ૬૫ માંહેલો એકજ કર્વ A B C સુધી આવી રીતે ∼ ચિત્રાયો છે તેવો હોય છે.

ચિત્ર નાο ૬૭ માં બતાવેલા ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ ડાઇનેમોમાં આરમેચર ઉપર વિંટાળેલા કન્ડકટરનો એકજ લુપ છે, માટે એવી રીતે આરમેચર ઉપર તાર વિંટાળીને વાઇન્ડીંગ (winding) કીધું હોય તો તે સીંગલ ફેઝ કહેવાય છે. એમાં જો મેગ્નેટ આડા સામસામા મૂકયા હોય તો જે વખતે એ વાઇન્ડીંગનો લુપ ઉભો થઇ જાય ત્યારે મેગનેટિક લાઇનો નહી કપાવાથી વોલ્ટેજ ૦ થાય છે, અને જયારે તે ફરતાં ફરતાં આડો થઇ જાય ત્યારે વોલ્ટેજનો પ્રેસર સર્વેથી વધુ થાય છે. આથી આગળ કહ્યું તેમ માત્ર અરધા રેવોલ્યુશનમાં વોલ્ટેજ ૦ ઉપરથી એકદમ વધુ (maximum) થયા કરે છે. એક કરતાં વધુ ફેઝના આલ્ટરનેટરને પૉલીફેઝ (polyphase) આલ્ટરનેટર કહે છે. દરેક ફેઝમાંથી કરન્ટ મેળવવા માટે જૂદી જૂદી કલેકટર (collector) અથવા સ્લીપ (slip) રીંગો આરમેચર શાફ્ત ઉપર રાખેલી હોય છે. ઑલટરનેટરના આરમેચરમાં કૉઇલની કેટલી સંખ્યા છે તે સંખ્યા ઉપર ફેઝની સંખ્યા આધાર રાખે છે.

ટુ ફેઝ (Two Phase)—હવે જો આવા એકને બદલે બે લુપ અથવા વાઇન્ડીંગ આરમેચર ઉપર એવી રીતે બાંધ્યાં હોય કે જેથી જ્યારે એક વાઇન્ડીંગનો લુપ આડો થાય ત્યારે બીજીનો ઉભો થાય, તો જ્યારે એક વાઇન્ડીંગનો પ્રેસર ૦ હોય ત્યારે બીજીનો સર્વેથી વધુ હોય, માટે જો કે પ્રેસરમાં ફેરફાર થયા તો કરે, પણ હવે તે વધારે ઝડપથી થાય. જેમકે બે સીલીન્ડરનાં એક એનજીનમાં

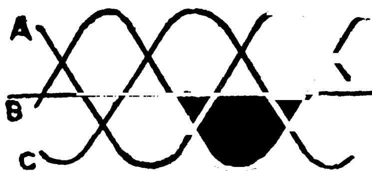


ચિત્ર નાο ૬૫.
ટુ—ફેઝ આલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ.

એકની ક્રૅન્ક જ્યારે ડેડ સેન્ટર (dead centre) ઉપર આવે ત્યારે બીજાં સીલીનડરની ઉભી (કાટખૂણે) રાખવાથી જ્યારે એક સીલીનડર ક્રૅન્ક શાફ્ટ ઉપર કશુંબી જોર કરી શકે નહી ત્યારે બીજું સીલીનડર પુર ઝાસ઼થી ક્રૅન્ક શાફ્ટ ફેરવી શકે છે. તેજ પ્રમાણે આમાં

પણ થાય છે. એવી જાતના ઑાલટરનેટરને ટુ ફેઝ (two phase) ઑાલટરનેટર કહે છે. ચિત્ર નાo ૬૫ માં ટુ ફેઝના ઑાલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના આકાર અથવા કર્વ દેખાડયા છે પહેલા કરન્ટનો કર્વ A પોતાની સર્વથી ઉંચી ટોંચે ચહડે તે વખતે બીજા કરન્ટ D નો કર્વ શરૂ થાય છે. એટલે એવા ઑલ્ટરનેટરના આરમેચરમાં, રાખેલાં બે જૂદાં વાઇન્ડીંગમાંથી બે જૂદા કરન્ટ એવી રીતે વહે છે કે એક કરન્ટનો ઉછાળો સર્વથી ઉપલી ટોંચે ચહડી રહે ત્યારે, એટલે આરમેચર તેના રેવોલ્યુશનનો થોડો ભાગ ચાલી રહે એટલે બીજો કરન્ટ શરૂ થાય છે.

થ્રી ફેઝ (Three Phase)—તેજ પ્રમાણે ત્રણ ફેઝના થ્રી ફેઝ ઑાલટરનેટરો પણ બનાવવામાં આવે છે, જેમાં ત્રણ જૂદી જૂદી વાઇન્ડીંગો આખાં સરકલમાં આરમેચર ઉપર એક બીજીને ૧૨૦ ડીગ્રીએ રાખેલી હોય છે. જેમ ત્રણ સીલીનડરોવાળાં ત્રીપલ એનજીનમાં ત્રણ ક્રૅન્કો ક્રૅન્ક શાફ્ટ ઉપર એક બીજીને ૧૨૦ ડીગ્રીએ રાખેલી હોય છે, કે જેથી ક્રૅન્ક શાફ્ટને ગતિ ઘણીજ એકજ સરખી મળી શકે છે, તેમ થ્રી ફેઝ ઑાલટરનેટરમાં કરન્ટના પ્રેસરમાં મોટો ફરક પડયા કરતો નથી; પણ જ્યારે ફરતાં ફરતાં એક વાઇન્ડીંગ ચોકકસ હાલતમાં આવી ઓછો પ્રેસર આપે ત્યારે બીજી વાઇન્ડીંગો વધારે અસરકારક હાલતમાં રહેવાથી તેઓ પ્રેસર વધારે આપીને બાહેરની મેન લાઇનમાં પ્રેસર બનતાં સુધી એક સરખો રાખે.



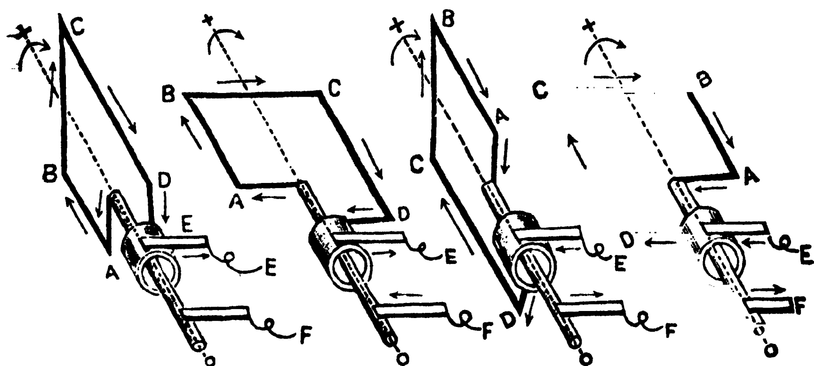
ચિત્ર નાo ૬૬.
થ્રી ફેઝ ઑાલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ

ચિત્ર નાo ૬૬ માં થ્રી ફેઝ કરન્ટના ત્રણ મોજાઓ એક બીજા પછી કેવી રીતે ઉછાળા મારતા વહે છે તે બતાવ્યું છે. ઑાલટરનેટીંગ કરન્ટના બધા ફેઝ બેલન્સમાં રાખવામાં આવે છે, એટલે કે આરમેચરના રેવોલ્યુશનના એક સરખા બે અથવા ત્રણ ભાગ કરીને દરેક ભાગમાં એક એક ફેઝ ફરતો આવ્યા કરે છે. થ્રી ફેઝ કરંટમાં ત્રણ સીંગલ ફેઝ કરંટો એકએકની પાછળ એક સરખે તફાવતે વહે છે એટલે આલટરનેટરનું આરમેચર ગોળ ફરતી વખતે મેગ્નેટના પોલની

સામે એક ફેઝનો કન્ડકટર આવીને મેગ્નેટીક લાઇનો કાપતાં કરન્ટનો એક મોજો B તારમાં ચાલુ થાય છે; પછી બરાબર ૧૨૦ ડીગ્રીએ બીજો C અને ફરી ૧૨૦ ડીગ્રીએ ત્રીજો A એમ ત્રણ મોજા (waves) એક એક પછી આખાં સરકલમાં આરમેચરના ફરવાથી ચાલુ થાય છે.

એ. સી. ડાઇનેમો (A. C. Dynamo)—ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના જેનરેટરમાં આરમેચરનાં અરધાં રેવોલ્યુશનમાં કરન્ટ એક તરફ વહે છે, અને બીજાં અરધાં રેવોલ્યુશનમાં બીજી તરફ વહે છે, પરંતુ કરન્ટને વહેવાની દિશામાં પડતો ફરક એટલી બધી ઝડપથી થાય છે કે તે માલમ પડતો નથી.

ચિત્ર નાં૦ ૬૭ માં જોવાથી માલમ પડશે કે ડાબી બાજુ N અને જમણી બાજુ S એ ઇલેકટ્રોમેગ્નેટો સામસામા મૂકેલા હોય છે, અને N માંથી નિકળીને મેગ્નેટીક ફૉર્સની અણદીઠ લાઇનો S માં આડી દિશામાં જાય છે, જેથી મેગ્નેટીક ફીલ્ડ બને છે. એ ફીલ્ડમાં X O ધરી ઉપર આરમેચર ફરે છે, જેમાં સંખ્યાબંધ કન્ડકટરો હોય છે, જેઓ માહેલા માત્ર એકજ કન્ડકટરનો લુપ A B C D ચિત્રમાં બતાવ્યો છે, જેનો D છેડો એક રીંગ સાથે અને A છેડો શાફ્ટીંગ સાથે જોડેલો છે. શાફ્ટીંગ X O ફરવાથી આખો લુપ A B C D



ચિત્ર નાં૦ ૬૭.

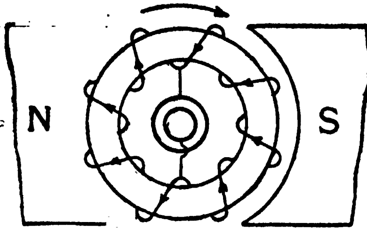
એ. સી. ડાઇનેમો.

પણ ચિત્રમાં બતાવેલી તીરની નિશાનીની દિશામાં (ઘડિઆળના કાંટાને ફરવાની દિશામાં) ફરે છે, અને આડી અણુદીઠ મેગ્નેટિક લાઇનોને કાપે છે, જેથી ઇન્ડકશનના કાયદાથી કન્ડકટરના લુપમાં વિજળીનો કરન્ટ ઉત્પન્ન થઇ તે તીરની નિશાનીઓવાળી દિશામાં તેમાં વહે છે. એટલે કે તે શાફ્ટી ંગવાળા છેડામાંથી નિકળી A B C D ની દિશામાં ફરીને રી ંગમાં દાખલ થઇ રી ંગ ઉપર મેલેલાં બ્રશ E માંથી બાહેર સરકીટમાં જાય છે, અને ત્યાંથી પાછો આવી F બ્રશની મારફતે શાફ્ટી ંગમાં દાખલ થઇ સરકીટ પૂરો કરે છે.

પહેલ્લાં ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ કન્ડકટરનો લુપ જ્યારે તદ્દન ઉભો હોય છે ત્યારે તેમાંથી પસાર થતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ ૦ હોય છે, પણ જ્યારે તે ફરીને મેગ્નેટિક લાઇનો કાપતાં આડો થાય છે, ત્યારે તેના કરન્ટનો વોલ્ટેજ સર્વેથી વધારે હોય છે. પછી જ્યારે એ લુપ પાછો ત્રીજા ં ચિત્ર જેવો ઉભો થાય છે અને C D ભાગ તળે આવીને A B ભાગ મથાળે આવે છે ત્યારે જોકે તેમાં વહેતા કરન્ટની દિશા (direction) બદલાતી નથી, પણ ત્રીજા ં ચિત્રમાં ધ્યાનથી જોવાથી માલમ પડશે કે હવે કરન્ટ રી ંગમાંથી નિકળી D C B A ની દિશામાં ફરી શાફ્ટી ંગમાં દાખલ થાય છે અને તે ઉપર રાખેલાં F બ્રશ મારફતે બાહેર પડી સરકીટમાં જાય છે, અને ત્યાંથી પાછો આવી E બ્રશ મારફતે રી ંગ અથવા કૉમ્યુટેટરમાં દાખલ થઇ સરકીટ પૂરો કરે છે.

આ ઉપરથી જોવામાં આવશે કે ચિત્ર નાં૦ ૬૭ માં બતાવ્યા મુજબ આરમેચરના પહેલાં અરધાં રેવોલ્યુશનમાં કરન્ટ જ્યારે શાફ્ટી ંગમાંથી દાખલ થઇ રી ંગમાંથી બાહેર પડે છે, ત્યારે બીજા ં અરધાં રેવોલ્યુશનમાં રી ંગમાંથી દાખલ થઇ શાફ્ટી ંગમાંથી બાહેર પડે છે. આ પ્રમાણે દરેક આંટા અથવા ફેરામાં કરન્ટની દિશા બદલાયા કરવાથી આ જાતના વિજળીના જેનરેટરને ઑાલટરનેટર અથવા આલટરનેટી ંગ કરન્ટ ડાઇનેમો કહે છે.

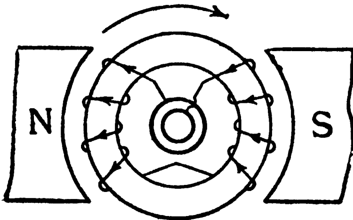
ફ્રીકવન્સી અને પોલ વચ્ચે સ ંબ ંધ (Relation of Frequency with Poles)—સાઉથ અને નૉર્થ એવા માત્ર બેજ પોલ વચ્ચે એક આરમેચર ફરતુ ં રાખ્યુ ં હોય અને આરમેચર ઉપર એકજ કૉઇલ ચિત્ર ના૦ ૬૮ માં બતાવ્યા મુજબ વિ ંટાળીને



ચિત્ર ના૦ ૬૮.
એક કૉઇલનું રીંગ આરમેચર.

તેને બે જૂદી જૂદી સ્લીપ રીંગો સાથે જોડયું હોય તો આરમેચરમાં કરન્ટ ઉત્પન્ન થતો નથી, કારણ કે સામસામે મૂકેલા બે પોલ વચ્ચેની અણદીઠ મેગ્નેટીક લીટીઓ કપાતી વખતે જે કરન્ટ ઉત્પન્ન થઇને જે એક તરફ વહેવા માંડે તે એ આરમેચર માત્ર ½ આંટો વધુ ફરતાંજ કરન્ટ ઉલટી દિશા તરફ વહેવા માંડે, જેથી જમણી તરફના આરમેચરના કન્ડકટરો મેગ્નેટીક લાઇનો કાપતી વખતે ઉપરથી નીચે ઉતરે છે ત્યારે ડાબી તરફના નીચેથી ઉપર ચહડે છે. આથી કશો પણ કરન્ટ બાહેરના સરકીટમાં જતો નથી.

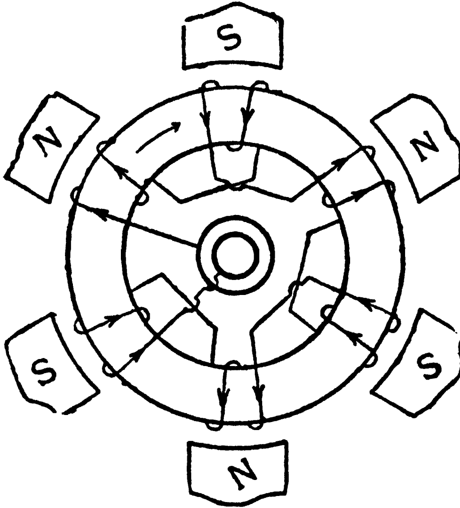
આ ખામી દૂર કરવા માટે બે પોલના આરમેચર ઉપર ચિત્ર ના૦ ૬૯ માં બતાવ્યા મુજબ બે કૉઇલનું વાઇન્ડીંગ કરવામાં આવે છે, જેથી આરમેચરના ચાર ભાગ કરી બે સામસામેના ભાગો ઉપર બે કૉઇલ વિંટાળીને તેઓને સીરીઝમાં જોડીને બાકીના બે ભાગ ખાલી રાખવામાં આવે છે, તેમજ પોલની પોહળાઇ પણ ઓછી કરી નાખવામાં આવે છે, જેથી આરમેચરનો કોઇભી કન્ડકટર અથવા લુપ (loop) એક પોલની અસરમાંથી નિકળ્યા અગાઉ બીજા પોલની અસર વચ્ચે આવેજ નહી.



ચિત્ર ના૦ ૬૯.
બે કૉઇલનું રીંગ આરમેચર.

આવા બે પોલના જેનરેટરમાંથી ઘટતી ફ્રીકવન્સી મેળવવા માટે તેને અતિઘણી મોટી ઝડપે ફેરવવો જોઇએ. ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ માટે દર સેકન્ડે ૫૦ થી ઓછી ફ્રીકવન્સી રાખવામાં આવતી નથી, માટે આવાં મશીનમાં તો એક રેવોલ્યુશનમાં એક ફ્રીકવન્સી અથવા સાઇકલ થાય, માટે દર સેકન્ડે ૫૦ ફ્રીકવન્સી મેળવવા માટે દર મીનીટે ૩૦૦૦ રેવોલ્યુશન્સ એનાં આરમેચરે કરવાં પડે.

મલ્ટીપોલર જનરેટર (Multi-polar Generator)–માં ઉપલી ખામી સુધારવામાં આવે છે તેમાં બે પોલને બદલે ચાર, છ, આઠ અથવા વધુ પોલ મુકવામાં આવે છે, જેથી આરમેચરના એક રેવોલ્યુશનમાં જો એક જોડી પોલને બદલે ૪ જોડી પોલ ફીલ્ડમાં હોય તો ચાર વખત મેગ્નેટીક લાઇનો કપાય, અને છ જોડી પોલ હોય તો છ વખત કપાય. માટે એક જેનરેટરમાં કેટલા જોડી પોલ રાખવા તે તે જેનરેટરની ફ્રીકવન્સી અને તેનાં રેવોલ્યુશન્સ ઉપર આધાર રાખે છે. સ્ટીમ ટરબાઇન સાથે પાધરા જોડેલા ઑલ્ટરનેટર ઘણી ઝડપી ચાલે ચલાવી શકાતા હોવાથી તેમાં બે પોલના આલ્ટરનેટર ચલાવી શકાય; પરંતુ હાલમાં ચાર પોલથી ઓછા પોલના જેનરેટર બનાવવામાં આવતા નથી.

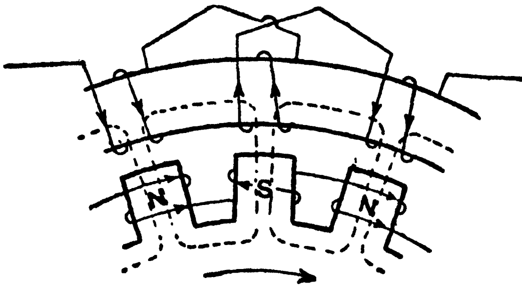


ચિત્ર નં૦ ૭૦.
છ પોલનો ઑલ્ટરનેટર.

છ પોલનો ઑલ્ટરનેટર (Six Pole Alternator) તેનાં આરમેચર વાઇન્ડીંગ સાથે ચિત્ર નં૦ ૭૦ માં બતાવ્યો છે. એની શાફ્ટીંગ ઉપર બે સ્લીપ રીંગો એક બીજીથી તેમજ શાફ્ટીંગની ધાતુથી ઇન્સ્યુલેટ કરીને રાખવામાં આવી છે જેની સાથે આરમેચરનાં વાઇન્ડીંગના છેડાઓનાં બ્રશ લાગુ રાખવામાં આવે છે. દરેક પોલ દીઠ એક કૉઇલ પ્રમાણે એના આરમેચર ઉપર છ કોઇલો સીરીઝમાં જોડી તેઓના છેડા સ્લીપ રીંગો સાથે જોડેલા બતાવ્યા છે.

ફીલ્ડ રોટર (Field Rotor)—ડાયરેક્ટ કરન્ટના જેનરેટરમાં કૉમ્યુટેટર હોવાથી ફીલ્ડ મેગ્નેટ સ્થિર રાખી આરમેચર ફરતું રાખવામાં આવે છે; પણ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના જેનરેટરમાં એવી

ગોઠવણ ઉપરાંત આરમેચરને સ્થિર રાખી ફીલ્ડ મેગ્નેટો ફરતા રાખ-વાની સગવડ મલી શકે છે, જે ચિત્ર ના૦ ૭૧ માં બતાવ્યું છે. ઘણા મોટા વોલ્ટેજના જેનરેટરના ફરતાં આરમેચરના કન્ડકટરો વચ્ચે ઘણુંજ જાડું અને ઉંચી જાતનું ઇન્સ્યુલેશન રાખવું પડે છે; પણ જો આર-મેચર સ્થિર હોય તો તેમ કરવાની ઘણી સગવડ મલી શકે છે. વળી ઘણા મોટા વોલ્ટેજ સાથે કરન્ટ મેળવવા માટેની સ્લીપ રીંગો ઘણી જાતની મુશકેલી ઉભી કરે છે; પણ સ્થિર આરમેચર સાથે મોટા વોલ્ટેજની સ્લીપ રીંગો રાખવી પડતી

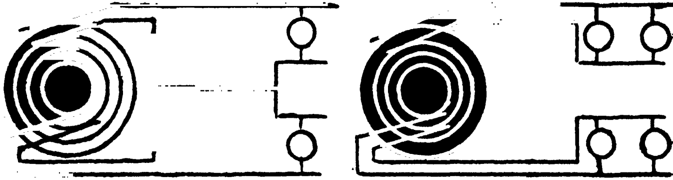


ચિત્ર ના૦ ૭૧.
ફીલ્ડ રોટરવાળો ઑલ્ટરનેટર

નથી, કારણ કે ફીલ્ડને એક્ષાઇટ કરવા (exite) યાને તેજ કરવા માટે ઘણા થોડા વોલ્ટેજના ડાયરેકટર કરન્ટ માટે નાની સ્લીપ રીંગો ચાલી શકે છે. ફીલ્ડ રોટરવાળો મલ્ટીપોલર ઑલ્ટરનેટર ચિત્ર ના૦ ૭૧ માં બતાવ્યો છે, જેમાં ફીલ્ડ ફરતું રાખી આરમેચરને સ્થિર અથવા સ્ટેટર (stator) રાખવામાં આવે છે. એવી જાતના ઑલ્ટરનેટરો હવે ઘણા વપરાય છે. એવાં મશીનોમાં જે ભાગ (ફીલ્ડ કે આરમેચર) ફરતું રહે તેને ટુંકમાં રોટર ક છે અને જે ભાગ સ્થિર રહે તેને સ્ટેટર કહે છે.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ સરકીટ (Alternating Current Circuit) સીંગલ ફેઝ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટમાં ડાયરેકટ કરન્ટના સરકીટની માફક બે તારો હોય છે. ટુ-ફેઝ સરકીટ ત્રણ અથવા ચાર તાર ઉપર થઇ શકે છે. ત્રણ તારના સરકીટમાં ચિત્ર ના૦ ૭૨ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક ફેઝના બે તારો ઉપર લૅમ્પો પેરેલલમાં જોઠીને ત્રીજો ન્યુત્રલ તાર બીજા ફેઝના બંધ કીધેલા સરકીટમાંથી કાહઢીને બાહેરના સરકીટના બીજા તાર સાથે જોડવામાં આવે છે. આ વચમાનો ન્યુત્રલ (neutral) તાર Q નો

સેકશનલ એરીઆ અથવા તેની જાડાઇનો એરીઆ સરકીટના બન્ને તારથી ૧.૫ ગણો વધારે રાખવામાં આવે છે. ચાર તારવાળા ટુ-ફેઝ સરકીટમાં ચિત્ર ના૦ ૭૩ માં બતાવ્યા મુજબ દરેક ફેઝમાંથી બબ્બે તાર કાઢી તે તારોની બે લાઇનો લઇ જવામાં આવે છે અને દરેક લાઇનમાં લેમ્પો હંમેશ મુજબ પેરેલલમાં જોડવામાં આવે છે. ટુ-ફેઝ



ચિત્ર ના. ૭૨.
ટુ-ફેઝ થ્રી વાયર સરકીટ

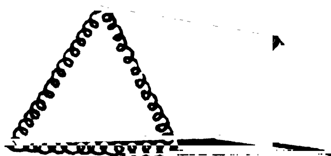
ચિત્ર ના. ૭૩.
ટુ-ફેઝ ફોર વાયર સરકીટ

જેનેરેટરમાં આરમેચર ઉપર બે કૉઇલો હોય છે અને ચિત્ર ના૦ ૭૨ માં બતાવ્યા મુજબ ચાર સ્લીપ રીંગો હોય છે, અથવા તો સીંગલ ફેઝના બે જેનેરેટરોનાં આરમેચરો જોડીને પણ ટુ-ફેઝ સરકીટ બનાવી શકાય છે. થ્રી ફેઝ જેનેરેટરમાં ત્રણ જુદા કૉઇલ અને ત્રણ સ્લીપ રીંગો હોય છે, અથવા તો થ્રી ફેઝનો કરન્ટ ત્રણ સીંગલ ફેઝના જેનેરેટરો સાથે જોડીને ૭ તાર ઉપર પણ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. એકજ જેનેરેટરમાંથી ટુ ફેઝ અથવા થ્રી ફેઝ કરન્ટ ઉત્પન્ન કરવાનું વધારે સગવડભરેલું અને કરકસરભરેલું હોય છે.

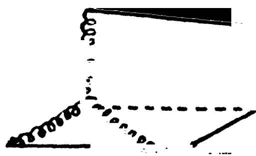
ડેલ્ટા અને સ્ટાર વાઇન્ડીંગ (Delta and Star Windings)—થ્રી ફેઝના જેનેરેટરમાંથી નિકળતા ત્રણ કૉઇલના ત્રણ તાર બે રીતે સરકીટમાં જોડવામાં આવે છે. એક રીતને ડેલ્ટા કનેકશન કહે છે, જે ચિત્ર ના૦ ૭૪ માં બતાવ્યું છે. એમાં ત્રણે ફેઝના તાર સ્લીપ રીંગો ઉપરથી લઇને એક ત્રીકોણને ત્રણ ખૂણે જોડીને સરકીટને બીજે છેડે મોટર કે ટ્રાન્સફૉરમર સાથે લગાડેલા તેવાજ ત્રીકોણ સાથે જોડવામાં આવે છે, જેથી સરકીટ સંપૂર્ણ થાય છે. આ જાતનું વાઇન્ડીંગ સારી રીતે બેલન્સમાં રહેવાથી કામ કર-

વાની સારી સગવડ આપે છે. બીજી રીતને Y વાઇ અથવા સ્ટાર વાઇન્ડીંગ કહે છે, અને ઇંગ્રેજી અક્ષર Y અથવા ત્રણ ખૂણાના તારાને ત્રણ છેડે ફેઝનાં કનેકશનો ચિત્ર નાં૦ ૭૫ માં બતાવ્યા મુજબ કરવામાં આવે છે. કેટલાકો એમાં એક ચોથો રીતર્ન વાયર (return wire) ચિત્રમાં મીંડાઓથી બતાવેલી લાઇનમાં જોડવાની ભલામણ કરે છે, જે માટે એક ચોથી સ્લીપ રીંગ જેનેરેટર ઉપર રાખવી પડે છે, જેથી આવું વાઇન્ડીગ ફોર વાયર ડીસ્ત્રીબ્યુશનનું બને છે.

એક ફેઝને બદલે બે અથવા ત્રણ ફેઝ રાખવાના ફાયદા એ છે કે સીંગલ ફેઝ અથવા ડાયરેકટ કરન્ટ એક પાવર માટે વાપરતાં જેટલાં વજનનો તાર ખપે તે કરતાં પોણા અથવા તેથી પણ ઓછા વજણનો તાર ટુ ફેઝ અથવા થ્રી ફેઝ વાપરવાથી ખપે છે, જેથી શુરૂઆતની થાપણમાં મોટો ઉગાળો થાય છે.



ચિત્ર નાં૦ ૭૪.
ડેલ્ટા વાઇન્ડીગ



ચિત્ર નાં૦ ૭૫.
સ્ટાર વાઇન્ડીંગ

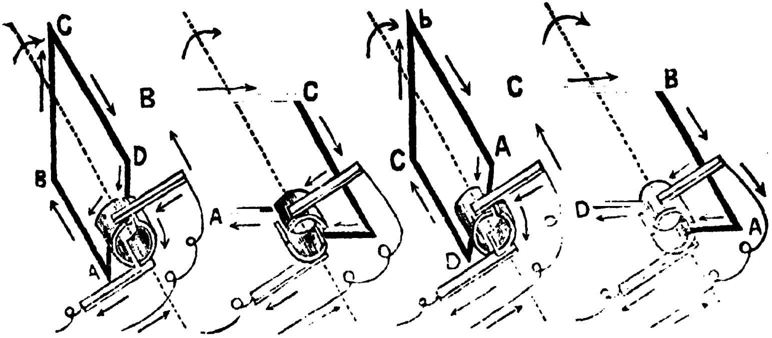
પ્રકરણ-૧૯

ડાયરેકટ કરન્ટ

DIRECT CURRENT

ડી. સી. ડાઇનેમો (D. C. Dynamo)—જેમ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટમાં તેમજ ડાયરેકટ કરન્ટમાં પણ મેગ્નેટિક લાઇનો કપાતી વખતે વધારે વોલ્ટજ, અને મેગ્નેટિક લાઇનો નહી કપાતી વખતે ૦ વોલ્ટજ એ પ્રમાણે વિજળીના પ્રેસરમાં વધ ઘટ થયાજ કરે છે; પણ જેમ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટમાં કરન્ટના વહેવાની દિશા (direction) બદલાયા કરે છે તેમ ડાયરેકટ કરન્ટમાં થતું નથી, પણ કરન્ટ એકજ દિશામાં વહયા કરે છે.

ચિત્ર નાં૦ ૭૬ માં જોવાથી માલમ પડશે કે એના આરમેચર ઉપર કન્ડક્ટર ABCD વિંટાળીને તેના બે છેડા શાફ્ટીંગ ઉપર રાખેલી એક બે ટુકડાની રીંગના દરેક ટુકડા સાથે જુદા જુદા જોડવામાં આવે છે. આ રીંગ શાફ્ટીંગથી ઇન્સ્યુલેટ કીધેલી હોય છે, પણ તે કાંઇ બે ટુકડેની ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબની બનાવવામાં આવતી નથી, પણ જેટલા કન્ડક્ટરો હોય તેટલા બધાના છેડાઓને સામટા બાંધી એક બીજાથી ઇન્સ્યુલેટ કરી તેઓની રીંગ બનાવવામાં આવે છે, જેને કૉમ્યુટેટર (commutator) કહે છે. ચિત્રમાં માત્ર એકજ કન્ડકરનો લુપ ABCD સગવડ અને સ્પષ્ટતાને ખાતર



ચિત્ર નાં૦ ૭૬.
ડી. સી. ડાઇનેમો.

બતાવેલો હોવાથી તેના બે છેડાઓ માટે બે ટુકડાની રીંગ અથવા કોમ્યુટેટર બતાવ્યું છે. શાફ્ટીંગ સાથે રીંગને કશો સંબંધ નહી હોવાથી તે બતાવી નથી, પણ તેની સેન્ટર લાઇન મીંડાઓથી બતાવી છે. કોમ્યુટેટર ઉપર એક નીચે અને બીજું ઉપર એમ બે ત્રાંબાની પટી કે કારબનના ટુકડાઓનાં બ્રશ હોય છે, જે કોમ્યુટેટર ફરવા છતાં તેને લાગુ રહી તેમાંથી કરન્ટ મેળવીને સરકીટમાં આપે છે. કોમ્યુટેટરની ડાબી બાજુ નૉર્થ પોલ છે અને જમણી બાજુ સાઉડ પોલ છે.

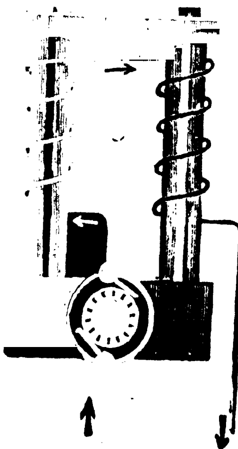
પહેલાં ચિત્રમાં જોવાથી જણાશે કે કન્ડકટરનો લુપ તીરની નિશાનીથી દેખાડેલી દીશામાં ફરે છે અને ડાબી બાજુના નોર્થ પોલમાંથી જમણી બાજુના સાઉઠ પોલમાં જતી મેગનેટિક લાઇનો કાપે છે, જેથી કન્ડકટરના લુપમાં વિજળીનો પ્રવાહ તીરથી દેખાડેલી

દિશામાં વહેવા માંડે છે, અને નીચલાં બ્રશમાંથી બાહેર પડી સરકીટમાં જઇને ત્યાંથી પાછો આવી ઉપલાં બ્રશમાં દાખલ થઇ રીંગના એક ટુકડામાં જાય છે, જે સાથે લુપનો A છેડો જોડેલો છે. A માંથી વિજળી ABCD ની દિશામાં ફરી રીંગના બીજા ટુકડામાં આવે છે, જેમાંથી તે નિચલાં બ્રશમાંથી બાહેર પડી સરકીટમાં જાય છે.

ચિત્રમાં આરમેચરની ચાર જૂદી જૂદી હાલતો બતાવી છે, અને તેમાં ફરતો કરન્ટ તીરની નિશાનીથી બતાવ્યો છે. એ ચારે ચિત્રો ઘણા ધ્યાનથી અભિયાસ કરતાં માલમ પડશે કે બધી ચારે હાલતમાં વિજળીનો કરન્ટ એકજ દિશામાં ફરી બાહેર પડે છે અને પાછો અંદર દાખલ થાય છે, માટે એવી જાતનો કરન્ટ સીધો યાને ડાયરેકટ કરન્ટ કહેવાય છે. કેટલાકો એને કૉન્સટન્ટ (constant) કરન્ટ પણ કહે છે, પણ તે નામ ખરૂં નથી. એ જાતનો કરન્ટ એકજ દિશામાં એક સરખો વહયા કરતો હોવાથી તેમાં કશી ધ્રુજરી (pulsation) થતી નથી.

ડી. સી. ડાઇનેમો ત્રણ જાતના આવે છે. સીરીઝ વાઉન્ડ, શન્ત વાઉન્ડ, અને કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ.

સીરીઝ વાઉન્ડ ડાઇનેમો (Series-wound Dynamo) ચિત્ર નાં૦ ૭૭ માં બતાવ્યો છે. એમાં બ્રશમાંથી નિકળેલો જાડો તાર અથવા સીરીઝ વાયર બન્ને ફીલ્ડ મેગનેટ ઉપર થોડા આંટા વિંટાળ્યા પછી બહાર કાહડવામાં આવે છે, જ્યારે બીજાં બ્રશનો તાર પાધરોજ સરકીટમાં લઇ જવામાં આવે છે. આથી ઉત્પન્ન થયલો વિજળીનો બધો પ્રવાહ (કરન્ટ) ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ ચકરાવો લઇને પછી આગળ વધે છે. આથી મેગનેટ ઘણો તેજ બની જાય છે. એવા સીરીઝ વાઉન્ડ ડાઇનેમો વીજળીની બતીના કામમાં ઝાઝા વપરાતા નથી (સિવાય કે ફકત આર્ક લેમ્પ માટે), કારણકે એમાં જ્યારે સરકીટ તદન સંપુર્ણ બંધ થયલો હોય ત્યારેજ ડાઇનેમોના મેગનેટમાં વિજળી આવે છે; તેમજ એના વૉલટેજમાં ફરક પડયા કરે છે, કારણ કે સરકીટમાં જેટલા એમપીઅર કરન્ટ ઓછો વધતો થયા કરે તેટલા પ્રમાણમાં એના વોલટેજમાંબી વધઘટ થયા કરે છે. એ ડાઇનેમોમાંથી નીકળતી વિજળી બધી એના ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ ચકરાવો લીધા પછીજ આગળ વધતી હોવાથી એમ બને છે.



ચિત્ર નાં૦ ૭૭.
સીરીઝ ડાઇનેમો.

સીરીઝ ડાઇનેમો પાસે વધુ કામ જો લેવામાં આવે (એટલે કે તેના સરકીટમાંનો રીઝીસ્ટન્સ એકાદ લૅમ્પ વધારીને વધારવામાં આવે) તો એ મશીનનો કરન્ટ આપવાનો પાવર ઓછો થઇ જાય છે, કારણ કે એના મેગ્નેટના કૉઇલમાં જતો કરન્ટ ઓછો થાય છે, જેથી તેઓનું મેગ્નેટિઝમ ઓછું થાય છે. તેમજ એના સરકીટનો રીઝીસ્ટન્સ જો ઓછો કરવામાં આવે (એટલે એકાદ બે બત્તીઓ ઓછી કરવામાં આવે) તો એ ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ વધે છે, કારણ કે હવે તેના ફીલ્ડના કૉઇલમાં વધારે કરન્ટ ફરવા માંડે છે. જો એ જાતના ડાઇનેમોના સરકીટમાં લૅમ્પો પેરેલલમાં ગોઠવ્યા હોય તો થોડાક લૅમ્પો વધારતાંજ સરકીટનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો થઇ ફીલ્ડ મેગ્નેટ વધારે તેજ થશે, કારણ કે વધારાના લૅમ્પો વધુ કરન્ટ માંગશે જે બધો એના ફીલ્ડમાં ગયા પછીજ બાહેર પડશે.

એક સરખો કરન્ટ (એમ્પીઅર) જ્યાં નિભાવી રાખવાનો હોય ત્યાં સીરીઝ ડાઇનેમો વાપરવામાં આવે છે.

સીરીઝ ડાઇનેમોની વ્યવસ્થા (Regulation of Series Dynamo)—સીરીઝ ડાઇનેમો ઘણાખરા આર્ક લૅમ્પો જ્યારે સીરીઝ સરકીટમાં જોડેલા હોય ત્યારે વપરાય છે. એમાં સરકીટમાં માત્ર ૧૦ એમ્પીઅરનો કરન્ટ રાખવામાં આવે છે, અને વોલ્ટેજનો આધાર લૅમ્પોની સંખ્યા ઉપર રહે છે (જુવો પાનું ૧૦૬.) એ ૧૦ એમ્પીઅરનો કરન્ટ એકસરખો રાખવાની ઘણી સંભાળ લેવામાં આવે છે, કારણ કે જો કરન્ટ વધે તો લૅમ્પો ઘણા તેજસ્વિ થાય છે, અને ઘટે તો લૅમ્પો ઘણા ઝાંખા બળે છે. આથી સીરીઝ ડાઇનેમોને બરાબર રેગ્યુલેટ કર્યા કરવો પડે છે, જે માટે ત્રણ રીતો વપરાય છે.

સીરીઝ ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવાની એક રીત-માં ડાઇનેમોની ઝડપ વધતી ઓછી કરવામાં આવે છે, જેથી તેનો વોલ્ટેજ જોઇએ તેટલો રાખી શકાય. એ માટે ડાઇનેમોને ચલાવવા વપરાતાં એન્જીન ઉપર આધાર રાખવો પડે છે, અને એન્જીનની ચાલ ઓછી વધતી કરવાથી ડાઇનેમોની ચાલ ઓછી વધતી કરી શકાય છે.

સીરીઝ ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવાની બીજી રીત- માં તે ડાઇનેમોનાં કૉમ્યુટેટર ઉપરનાં બ્રશો (brushes) ની જગ્યા બદલવામાં આવે છે. બે પોલના બાઇપોલર ડાઇનેમોમાં તેના કૉમ્યુટેટર ઉપર નીચે અને ઉપર જે બ્રશો હોય છે તેઓને ફેરવીને એક ચોકકસ જગ્યાએ મૂકવાથી ડાઇનેમોનો વોલ્ટેજ વધે છે, અને બીજી ચોકકસ જગ્યાએ મૂકવાથી ઘટે છે. આવી રીતે બ્રશોનું સેટીંગ ફેરફાર કરવા માટેનું એક હેન્ડલ અન બીજી ગોઠવણુ એવા ડાઇનેમોમાં રાખેલી હોય છે; પણુ બ્રશોને એક અથવા બીજી તરફ જોઇએ તે કરતાં વધારે ફેરવવાથી કૉમ્યુટેટર અને બ્રશો વચ્ચે ચિંગારી પડે છે જે વાંધા ભરેલું છે, કારણુ કે તેથી કૉમ્યુટેટરની સુંવાળી સપાટી બિગડી જઇ તે ઉપર ખાંચા પડે છે. વળી મલટીપોલર ડાઇનેમોમાં આવી રીતે બ્રશો ફેરવવામાં આવતાં નથી.

સીરીઝ ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવાની ત્રીજી રીત તેના ફીલ્ડ મેગ્નેટમાં જતો કરન્ટ ઓછો વધતો કરવાની હોય છે, જે બે રીતે કરી શકાય છે. એક રીતમાં ફીલ્ડ મેગ્નેટના વાઇન્ડીંગમાંથી એક અલાહેદા તારની શાખા (branch) જોડી તેની સાથે એક ઓછો વધતો કરી શકાય તેવો રીઝીસ્ટન્સ અથવા રીહોસ્ટૅટ (Rheostat) જોડવામાં આવે છે, અને તે રીઝીસ્ટન્સનું કનેકશન પાછું ફીલ્ડ સાથે કરવામાં આવે છે, જેથી ફીલ્ડમાં જતો કરન્ટ બે તારોમાં વહેંચાઇને જાય છે, અને રીહોસ્ટૅટમાંથી બાહેર પડતો કરન્ટ તેનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો વધતો કરીને ઓછો વધતો કરી શકાય છે. જેમ એક મોટી પાઇપમાંથી બે નાના પાઇપોની શાખાઓ જોડી તેઓ માહેલા એક પાઇપ ઉપર એક કૉક મૂકી તે બંને નાના પાઇપો પાછા મોટી પાઇપ સાથ જોડી દેવામાં આવે છે, અને તે નાની પાઇપનો કૉક ઓછો વધતો ઉઘાડતાં બાહેરની મોટી પાઇપમાં જતું પાણી ઓછું વધતું કરી શકાય છે, તેમ આમાં પણુ થાય છે. એટલે કે એક બ્રશમાંથી બાહેર પડતો તાર ફીલ્ડ મેગનેટમાં લઇ જવામાં આવે છે, તેમજ તેજ બ્રશ સાથે એક બીજી શાખા જોડી એક રીઝીસ્ટન્સમાં કરન્ટ દાખલ કરીને પાછો તેજ ફીલ્ડ વાઇન્ડીંગ સાથે જોડવામાં આવે છે, જેથી કેટલેાક કરન્ટ ફીલ્ડમાં પાધરો જાય છે, અને બાકીનો રીઝીસ્ટન્સ અથવા રીહોસ્ટેટમાં થઇને પછી ફીલ્ડમાં

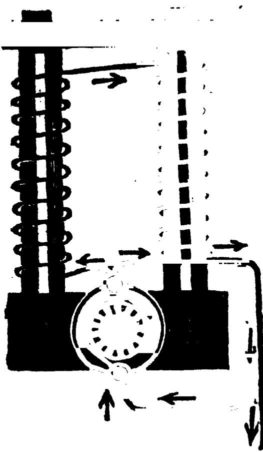
જાય છે, અને એ રીઝીસ્ટન્સમાં જતો કરન્ટ ઓછો વધતો કરી શકાય છે, જેથી ફીલ્ડમાં જતો સામટો કરન્ટ ઓછો વધતો કરી શકાય છે, અને તેનું પરિણામ ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ વધવા કે ઘટવામાં આવે છે. આ રીતને **તુ પાથ મેથડ** (two path method) કહે છે.

બીજી રીતમાં ફીલ્ડ મેગનેટ ઉપરની વાઇન્ડીંગ અખંડ કરવાને બદલે જૂદા જૂદા ખંડ (sections) ની કરવામાં આવે છે, અને એક સ્વીચની મદદથી એ ફીલ્ડમાં જતો કરન્ટ ઓછો અથવા વધારે કરી શકાય છે. આ રીતને **વેરીએબલ ફીલ્ડ મેથડ** (variable field method) કહે છે. મોટા ડાઇનેમોમાં આ રીત ઝાઝી વપરાતી નથી કારણ કે એક સેકશન ઉપરથી બીજા સેકશન ઉપર સ્વીચ ફેરવતાં તેમાંથી મોટી ચિંગારી પડે છે.

સીરીઝ ડાઇનેમોને ચાલુ કરવાની રીત—એ ડાઇનેમો ચાલુ કરતી વખતે એની મેન સરકીટની સ્વીચ બંધ રાખવી, અને ડાઇનેમો બંધ કરતી વખતે એ સ્વીચ ઉંઘાડી નાખવી નહી, પણ ડાઇનેમો બંધ થવા પછીજ સ્વીચ ઉંઘાડવી.

સીરીઝ વાઉન્ડ ડાઇનેમો ઇલેકટ્રોપ્લેટીંગ યાને ગીલીટ કરવાના કામ માટે કદીબી વાપરવામાં આવતો નથી, કારણ કે એમાં એની પોલૅરીટી ઘડી ઘડી બદલાઇ જવાનો સંભવ રહે છે—એટલે કે એમાં કોઇ વેળા એકાએક પૉઝીટીવનો નેગેટીવ અને નેગેટીવનો પૉઝીટીવ થઇ જાય છે.

શન્ટ વાઉન્ડ ડાઇનેમો (Shunt-wound Dynamo) ચિત્ર નાં૦ ૭૮ માં બતાવ્યો છે. એમાં બ્રશમાંથી નીકળતા સરકીટ વાયર ફીલ્ડ મેગનેટ આસપાસ લપેટવામાં આવતા નથી, પણ એક બ્રશમાંથી એક પાતળો શાખા તાર જેને શન્ટ વાયર કહે છે તે કહાડી ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ વીંટાળીને બીજાં બ્રશમાં જોડી નાખવામાં આવે છે, જેથી એ ફીલ્ડ મેગનેટને તેજ કરવા માટેનો એક તદન અલાહેદો સરકીટ બને છે, અને મેન સરકીટ વાયરમાં વિજળી જતી હોય યા નહી હોય તોપણ ડાઇનેમોનો મેગનેટ તેજ રહે છે. એ શન્ટ વાયર માહેલો કરન્ટ ઘણા મોટી સાઇઝના ડાઇનેમોમાં પણ ૧૦–૧૨ એમ્પીઅરથી વધુ હોતો નથી. એ શન્ટ વાઉન્ડ મશી-



ચિત્ર ના૦ ૭૮
શન્ટ ડાઇનેમો.

નમાં એ ખુબી હોય છે કે ચાલુમાં જ્યારે બહારનો સરકીટ ખુલ્લો હોય (યાને બતીઓ બંધ હોય) ત્યારે એના શન્ટ સરકીટમાંજ કરન્ટ ફરતો રહે છે, તેથી ડાઇનેમોનો મેગ-નેટ ઘણો તેજ રહે છે; પણ જેવો બાહેરનો સરકીટ બંધ કરવામાં આવે યાને તેમાં વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ કરવામાં આવે તેવોજ એના શન્ટ સરકીટ માહે જતો કરન્ટ ઓછો થતો જાય છે, અને જેમ જેમ બાહેરના સરકીટ મારફતે વધુ ને વધુ વિજળીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તેમ તેમ એના શન્ટ સરકીટમાં જતો કરન્ટ નબળો પડતો જતો હોવાથી અને ડાઇનેમોની ઝડપ એકજ સરખી રહેવાથી ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ એકસરખા રહે છે; પણ કરન્ટ (એમ્પીઅર) ઘટતા જાય છે, અને આખરે ઘટી ઘટીને ૦ થઇ જાય છે, જે વખતે ડાઇનેમોમાં કશી વિજળી પેદા થતી નથી. એટલા માટે એ જાતના શન્ટ ડાઇનેમો એકલી વિજળાની બતી માટેના ઉપયોગમાં ઝાઝા આવતા નથી, પણ જ્યાં કરન્ટનો ચોક્કસ વધુમાં વધુ જથ્થો એક્કી વારે જોઇતો હોય ત્યાં એવા ડાઇનેમો વપરાય છે; જેમકે વિજળી ભરી રાખવાના એકયુમ્યુલેટર (accumulator) માં વિજળી ભરવા માટે, અથવા ગીલીટ ચહડાવવાના કામ માટે, મોટરની મદદથી મશીનરી ચલાવવા, અને એકસરખો વોલ્ટેજ રાખવા માટે એ ડાઇનેમો વપરાય છે. પણ જ્યાં લોડ ઓછો વધતો થયા કરતો હોય ત્યાં એમાં વોલ્ટેજ પોતાની મેળે એકસરખો થયા કરતો ન હોવાથી હાથ વડે રેગ્યુલેટ કર્યા કરવો પડે છે.

શન્ટ ડાઇનેમોમાંથી એકસરખો વોલ્ટેજ મેળવવા માટે એના શન્ટ ફીલ્ડ કૉઇલમાં એક રીહોસ્ટૅટ મુકવામાં આવે છે, જેનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો વધતો કરી શકાતો હોવાથી એના ફીલ્ડ મેગનેટમાં જતો કરન્ટ ઓછો વધતો કરીને એમાંથી બહાર પડતા વોલ્ટેજ એકસરખા રાખી શકાય છે. દાખલા તરીકે જો બાહેરના સર-કીટની કરન્ટ માટેની માંગણી વધે તો એનો શન્ટ રીઝીસ્ટન્સ ઓછો

કરી તેમાં વધુ કરન્ટ આપવાથી ફીલ્ડ મેગનેટ પાછા તેજ થઇ જોઇતો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરી આપે છે. એવી ગોઠવણ સાથના શન્ટ ડાઇનેમો બત્તી માટે પણ સહેલાઇથી વાપરી શકાય છે, અને જ્યાં પાવર અને બત્તી બન્ને એકજ ડાઇનેમોમાંથી લેવાં હોય ત્યાં એવા ડાઇનેમો ઘણા ઉપયોગી થઇ પડે છે.

રીહોસ્ટૅટ (Rheostat) માં લોહડાંના અથવા જરમન સીલવરના તારનાં ગુંછળાંઓ હોય છે, અને એવી ગોઠવણ કીધેલી હોય છે કે એક યા વધુ ગુંછળાંમાંથી કરન્ટ પસાર કરી શકાય છે, જેથી કરન્ટમાં ઓછો વધતો રીઝીસ્ટન્સ પેદા થાય છે. ચોકકસ ડાયામેટરના ત્રાંબાના તાર કરતાં તેટલીજ ડાયામેટરના લોહડાંના તારમાંથી વીજળીનો કરન્ટ પસાર કરતાં ઘણો રીઝીસ્ટન્સ યાને અટકાવ પેદા થાય છે, કારણકે ત્રાંબા કરતાં લોહડું ઓછી સહેલાઇથી પોતામાંથી વિજળી પસાર કરે છે, અને એ કરતાં વધારે રીઝીસ્ટન્સ જરમન સીલ્વરના તારમાં પેદા થાય છે. રીઝીસ્ટન્સ બૉક્ષ માંહેલા તારમાં એ પ્રમાણે ઘણો રીઝીસ્ટન્સ પેદા થવાથી તેઓ ઘણાજ ગરમ થાય છે, માટે એવા બૉક્ષ સળગી નહી ઉઠે તેવી ચીજોનાં બનાવવામાં આવે છે. એ બૉક્ષને શન્ટ રેગ્યુલેટર અથવા રીઝીસ્ટન્સ બૉક્ષ પણ કહે છે. એ બાબદ ઇલેકટ્રીક મોટરની સામગ્રીવાળા પ્રકરણમાં વિગતવાર લખવામાં આવ્યું છે.

સીરીઝ અને શન્ટ ડાઇનેમો વચ્ચે સરખામણી ટુંકમાં આ રીતે થઇ શકે છેઃ—

સીરીઝ ડાઇનેમો સાથે જે બતીઓ લગાડી હોય અને તે ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવાની કશી ગોઠવણ નહી હોય તો જેટલા એમપીઅરનો ડાઇનેમો હોય તેટલા એમપીઅર બધા ખાઇ શકે તેટલી બતીઓ નાખવી પડે. હવે જો તેમાંની થોડીક બતીઓ બુઝાવી નાખવામાં અથવા સ્વીચ ઑફ (switch off) કરવામાં આવે તો સરકીટમાં કરન્ટ ઓછો જાય, અને સરકીટનાજ તાર એ ડાઇનેમોના ફીલ્ડ મેગનેટને તેજ રાખવા વપરાતા હોવાથી ફીલ્ડ મેગનેટ નબળા પડી જાય યાને ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ ઘટી જાય, જેથી બતીઓ ઝાંખી બળે.

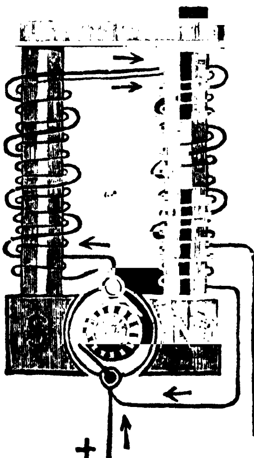
શન્ટ ડાઇનેમો સાથે બતીઓ લગાડી હોય અને તે ડાઇનેમોને રેગ્યુલેટ કરવાની કશી ગોઠવણ નહી હોય તો જેટલા કરન્ટનો ડાઇનેમો બનાવેલો હોય તેટલાજ કરન્ટ ખાય તેટલી બતીઓ તે ઉપર રાખવી જોઇએ. જો થોડી બતીઓ બુજાવી નાખવામાં આવે અને ડાઇનેમોની ચાલ એકજ સરખી રહે તો શન્ટ સરકીટમાં જતો કરન્ટ વધી જવાથી ડાઇનેમોના ફીલ્ડ મેગનેટ વધુ તેજ બની જાય, તેથી તેના વોલટેજ ઘણા વધી જાય, અને બતીઓ ઘણીજ તેજ બળે યાતો તદન બળી જાય યા તાર પીગળી જાય. ટુંકમાં સીરીઝ ડાઇનેમો કરતાં શન્ટ ડાઇનેમો તદન ઉલટીજ રીતે વરતે છે.

શન્ટ ડાઇનેમોને ચાલુ કરવાની રીત—એ ડાઇનેમો ચાલુ કરતી વખતે પહેલાં મેન સ્વીચ ઉંઘાડવી, અને શન્ટ રેગ્યુલેટર અથવા રીઝીસ્ટન્સ બૉક્ષનું લીવર પહેલા નંબર ઉપર રાખવું, જેથી શન્ટ સરકીટમાં બધો રીઝીસ્ટન્સ દાખલ થશે. જ્યારે ડાઇનેમોની ચાલ વધીને ફુલ સ્પીડે ચાલે ત્યારે શન્ટ રેગ્યુલેટરનું લીવર જમણી બાજુએ હળવે હળવે એવી રીતે ખસાડતા જવું કે વોલ્ટ મીટરમાં જોઇતા વોલ્ટેજ મળી રહે. જ્યારે એ પ્રમાણે વોલ્ટેજ પુરા મળી રહે ત્યારે ઝડપથી મેન સ્વીચ બંધ કરી નાખવી, અને કરન્ટને મેન સરકીટમાં જવા દેવો. ડાઇનેમો બંધ કરવા પહેલાં ઝડપથી મેન સ્વીચ ઉંઘાડી નાખવી, અને પછી હળવે હળવે શન્ટ રેગ્યુલેટરનું લીવર ડાબી બાજુએ ખસાડતા જઇને વોલ્ટેજ હળવે હળવે ઓછા થવા દેવા.

બેટેરી અથવા એક્યુમ્યુલેટર ચાર્જ કરવા માટે શન્ટ ડાઇનેમોજ વાપરવામાં આવે છે. જો સીરીઝ અથવા કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો હોય અને ચાર્જ કરતી વખતે બેટેરીના વોલ્ટેજ કરતાં ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ કાંઇ કારણસર ઓછા થઇ જાય તો બેટેરીમાંથી કરન્ટ ડાઇનેમોમાં જઇને તે ડાઇનેમો મોટર બની ઉલટો ફરવા માંડે છે. શન્ટ ડાઇનેમોમાં શન્ટમાં જતો કરન્ટ ઓછો વધતો કરી શકાતો હોવાથી ડાઇનેમોના વોલ્ટેજ જેટલા જોઇએ તેટલા વધારે રાખી શકાય છે, જેથી જો લૅમ્પો બળતી વખતે બેટેરી પણ ચાર્જ થતી હોય તો બેટેરીમાંથી કરન્ટ ડાઇનેમોમાં જવાનો સંભવ રહેતો નથી.

કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ ડાઇનેમો (Compound-wound Dynamo)-ઇલેક્ટ્રીક લેમ્પ, મોટર વગેરે વિજળીના ચોક્કસ પ્રેસરે

(વોલટેજ) કામ કરી શકે તેવી રીતે બનાવેલા હોય છે, માટે તેઓને ચાલુ રાખવા માટે ડાઇનેમોમાં ચોક્કસજ પ્રેસર એક સરખો રાખવો જોઇએ, કે જેમાં ઝાઝી વધઘટ થાય નહી. સરકીટ માંહેલા થોડાક લેમ્પ કે મોટર બંધ કરવામાં આવે તો પણ ડાઇનેમોના વોલ્ટ ઘટે કે વધે નહિ તેવી રીતે ડાઇનેમો ચાલવો જોઇએ, કે જે કામ માટે ઉપર કહેલા સીરીઝ કે શન્ટ વાઉન્ટ ડાઇનેમો અનુકુળ નથી. એ માટે કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો બનાવવામાં આવે છે, જેની રચના ચિત્ર નાં૦ ૭૯ માં બતાવી છે. એમાં સીરીઝ અને શન્ટ બન્ને સરકીટો છે. એક બ્રશમાંથી જાડો તાર લઇ ડાઇનેમોના ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ ફક્ત થોડા આંટા વિંટાળીને બહાર લઇ જવામાં આવે છે, જેને સીરીઝ સરકીટ કહે છે; અને બીજાં બ્રશનો તાર પાધરોજ બાહેર બતીઓ તરફ લઇ જવામાં આવે છે. પણ શન્ટ સરકીટનો પાતળો તાર એક બ્રશમાંથી કાહડી ફીલ્ડ મેગનેટ ઉપર ઘણા આંટા વિંટાળીને તેજ તાર બીજાં બ્રશ સાથે અથવા બીજાં બ્રશમાંથી નિકળતા કન્ડકટર સાથે જોડી નાખવામાં આવે છે. એવા ડાઇનેમોમાં જ્યારે બતીઓ બંધ હોય અને ડાઇનેમો ખાલી ચાલતો હોય ત્યારે શન્ટ સરકીટનો ફરતો કરન્ટ તેના ફીલ્ડ મેગનેટને પુરતો તેજ રાખશે અને વોલ્ટેજ પુરા રહેશે, કે જેમ રાખવા માટે એ શન્ટ શરકીટ ખાસ ડીઝાઇન કીધેલો હોય છે. પરંતુ જ્યારે ડાઇનેમો ઉપર લોડ વધશે યાને બધી બતીઓ ચાલુ કરવામાં આવશે ત્યારે શન્ટ સરકીટમાં જતો કરન્ટ ઘટી જશે, પણ તેજ વખતે સીરીઝ સરકીટમાં જતો કરન્ટ વધવાથી ડાઇનેમોના વોલ્ટેજમાં વધઘટ થશે નહી, કારણ કે સીરીઝ સરકીટ પણ ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ થોડો વિંટાળેલો હોય છે. જો લોડ વધવાથી



ચિત્ર નાં૦ ૭૯.
કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો.

ડાઇનેમોની ચાલ ધીમી પડી જાય તો અલબતાં તેના વોલ્ટેજ ઘટી જશે, પણ જેટલાં રેવોલ્યુશન માટે એક કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો બના-

વધેા હોય તેટલાંજ રેવોલ્યુશને તે ચાલ્યા કરે તેા ઓછા વધતા લોડથી તેના વોલટેજમાં વધઘટ થવી નહી જોઇએ.

કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમેા ઓછા વધતા થયા કરતા લોડ (load) માટે વાપરવામાં આવે છે કારણ કે એનું રેગ્યુલેશન ઓછા વધતા લોડને અનૂસરીને પેાતાની મેળે (automatically) થયા કરે છે. ઘણે દુર કરન્ટ લઇ જવાનેા હોય તેા ટ્રાન્સમીશન લાઇનમાં વોલ્ટેજમાં ઘટ (drop) પડે છે, જે સંભાળી લેવા માટે એવાં કામ માટેના કેટલાક ડાઇનેમેા **ઓવર કમ્પાઉન્ડ** (over-compound) કરેલા હોય છે, એટલે તેઓમાં ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ જોઇએ તે કરતાં થોડાક વધુ આંટા સીરીઝ સરકીટના વિંટાળેલા હોય છે, જેથી ડાઇનેમેા ઉપર કામ (load) વધતાંજ તેના વોલ્ટેજ પણ સહેજ વધવા પામે અને દુરની બત્તીઓ ઝાંખી નહી બળે.

કમ્પાઉનડ ડાઇનેમેા શૉર્ટ સરકીટ થતાંજ યાને તેની લાઇનમાં કેથે બે તારેા અકસમાત સાથે મળી જતાં કે કેથે લાઇનનેા રીઝીસ્ટન્સ ઓછેા થઇ જતાંજ એ ડાઇનેમેા ઉપર પુષ્કળ ઓવર લોડ આવી જાય છે, જેથી ડાઇનેમેા અથવા તેને ચલાવનારાં એનજીનને નૂકસાન થવાનેા સંભવ રહે છે. માટે એવા ડાઇનેમેા સાથે ફ્યુઝ તથા સરકીટ બ્રેકરની ગેાઠવણ ઘણી સારી હાલતમાં રાખવી જોઇએ, કે જેથી શૉર્ટ સરકીટ (short circuit) થતાંજ તે ઉડી અથવા ઉઘડી જઇ નુકસાન થતું બચાવે.

કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમેા બેટેરી ચાર્જ કરવા જો વાપરવેા હોય અને સાથે બત્તીઓ પણ બાળવી હોય તેા બન્ને કામ સાથે થઇ શકે નહી; પણ એવી ગેાઠવણ કરી શકાય છે કે કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમેાના ફીલ્ડ મેગ્નેટનેા સીરીઝ કૉઇલ ઘટતે ઠેકાણેથી કાપી તેમાં એક સ્વીચ ગેાઠવવામાં આવે છે, જે ઉઘાડી નાખવાથી હવે માત્ર શન્ટ સરકીટજ કામ કરતેા હોવાથી તે શન્ટ ડાઇનેમેા બની જાય છે, જેમાંથી બેટેરી ચાર્જ કરી શકાય છે, અને બત્તી બાળવાની વખતે પાછી સ્વીચ બંધ કરી સીરીઝ સરકીટ ચાલુ કરવાથી ડાઇનેમેા કમ્પાઉન્ડ બની જાય છે. આવી ગેાઠવણ ઘણી સહેલાઇથી કરી શકાય છે.

કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમોને ચાલુ કરવાની રીત શન્ટ ડાઇનેમોને ચાલુ કરવાની બરાબર છે. એમાં પણ પહેલાં મેન સ્વીચ ઉંધાડી રાખવી અને જ્યારે વોલ્ટ મીટરમાં વોલ્ટેજ પુરા આવી રહે કે ઝડપથી મેન સ્વીચ બંધ કરવી; તેમજ ડાઇનેમો બંધ કરવા પહેલાં મેન સ્વીચ ઉંધાડી નાખવી.

પ્રકરણ–૨૦

મેગ્નેટો મશીન

MAGNETO MACHINE

મિકેનિકલ જેનરેટર (Mechanical Generator)–વિજળીની શોધ પછી ઘણાંક વર્ષો સુધી માત્ર રસાયની બેટેરીમાંથી વિજળીનો કરન્ટ મેળવીને વાપડવાનું ચાલુ રહ્યું. પરંતુ મેગ્નેટીક ફીલ્ડ અને વીજળીનો કરન્ટ આપેલા તાર વચ્ચે કાંઇક ઘાડો સંબંધ હતો એવું ઘણાક અખતરાઓનાં પરિણામો ઉપરથી માલમ પડયું હતું, જે ઉપરથી વીજળીનો કરન્ટ ઉત્પન્ન કરનારૂં મશીન યાને યંત્ર શોધી કાહડવામાં આવ્યું. એ અખતરાઓ ઉપરથી પુરવાર થયુ હતું કે:—

૧. એક લોહડાંના સળિયા ઉપર તાર વીંટાળીને તેમાં વિજળીનો કરન્ટ આપતાંજ તે સળિયો અથવા બાર મેગ્નેટ થઇ જતો હતો.

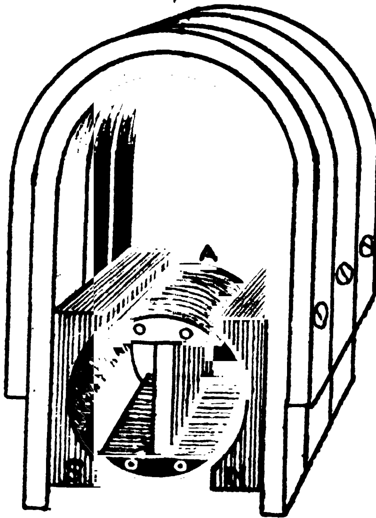
૨. એક મેગ્નેટની નજદીકમાં ઝડપથી તારનું એક ગુંછળું (coil) લાવતાંજ અને તેનેથી દુર લઇ જતાંજ તે તારમાં વિજળીનો કરન્ટ એક પળવાર ઇન્ડયુસ્ડ થતો હતો અથવા ઉશકેરાતો હતો.

૩. વિજળીનો કરન્ટ દાખલ કરેલું તારનું એક ગુછળું એક મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં લાવતાંજ તે ગુંછળું તે ફીલ્ડથી દુર થઇ જવાની કોશેશ કરતું હતું.

૪. એક મેગ્નેટનો સળિયો સમતોલ ટાંગતાં જયારે તે પૃથ્વીનો નૉર્થ અને સાઉઠ પોલ બતાવતો હોય ત્યારે તેની પાસે વિજળીનો કરન્ટ દાખલ કરેલું તારનું ગુંછળું લાવતાંજ તે મેગ્નેટનો સળિઓ કાટખૂણે ફરી જતો હતો.

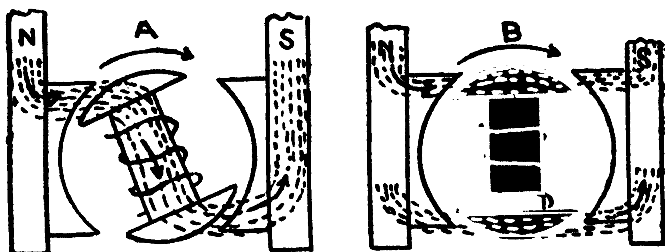
ઇલેકટ્રીક મોટર (Electric Motor) ઉપલા અખતરાઓ ઉપરથી સર્વથી પેહલ્લાં ઇલેકટ્રીક મોટરની શોધ કરવામાં આવી. એક હોર્સશુ મેગ્નેટના બે પોલ વચ્ચે એક નાનું ત્રાંબાનું હલકું પૈડું એક ત્રાંબાંની ધરી ઉપર મૂકીને તે પૈડાંની નીચલી ધાર એક નાના પ્યાલામાં નામેલા પારામાં સહેજ ડુબેલી રાખવામાં આવી, અને એક બેટેરીમાંથી પૉઝીટવ તાર પારા સાથે અને નેગેટીવ તાર તે પૈડાંની ધરી સાથે જોડતાંજ પેલું પૈડું ગોળ ફરવા માંડયું. પાછળથી માલમ પડયું કે બેટેરી કાહડી નાખીને પારા અને ધરી સાથે લગાડેલા બે તાર સાથે જોડીને સરકીટ સંપૂર્ણ કરીને પેલા પૈડાંની ધરી હાથ વડે ફેરવતાં વીજળીનો કરન્ટ ઉત્પન્ન થઇ શકયો.

મેગ્નેટો જેનેરેટર (Magneto Generator)—મોટરકારનાં એન્જીનોમાં તેમજ પેટ્રોલથી અને ગૅસથી ચા તાં એન્જીનોમાં બળતણને સળગાવવા માટે મેગ્નેટો મશીનો વપરાય છે, તેની બનાવટનો અભિયાસ કરવાથી વીજળી ઉત્પન્ન કરવાના ડાઇનેમો મશીનની બનાવટ જલ્દી સમજ પડે છે. મેગ્નેટો મશીનમાં સ્ટીલનો પરમેનન્ટ મેગ્નેટ ચિત્ર ના૦ ૮૦માં બતાવ્યા મુજબનો હોય છે અને તે આવી રીતે ∩ વાળીને ઘોડાની નાળ અથવા હોર્સશુના આકારનો રાખવામાં આવે છે જેથી તેના બન્ને પોલ વચ્ચેનાં મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં એક આરમેચર મૂકી શકાય છે. ચિત્રમાં ત્રણ હૉર્સશુ મેગ્નેટો બતાવ્યા છે, અને વળી તે દરેક મેગ્નેટ બે સખ્ત સ્ટીલના પાટા સાથે જોડીને ડબલ મેગ્નેટ બનાવેલા છે, અને તેઓને છેડે અંદરની બાજુએ પોલના આવા ( ) આકારના ટુકડા (pole pieces) સ્ક્રુથી જોડેલા



ચિત્ર ના૦ ૮૦
મેગ્નેટો મશીન

છે. એ બે પોલો વચ્ચેનાં મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં ⌶ આવા આકારનું આરમેચર એક ધરી ઉપર ફરતું રાખવામાં આવ્યું છે. એ આરમેચર નરમ લોહડાંના પત્રાં H આવા આકારનાં કાપી ચોડ કરી સાથે જોડીને બનાવવામાં આવે છે, અને ચિત્રો નાં૦ ૮૧ અને ૮૨માં બતાવ્યા મુજબ એ આરમેચરના વચલા ગાળામાં ઇન્સ્યુલેટેડ તારનું ગુંછળું અથવા કૉઇલ તેની લંબાઇમાં વિંટાળવામાં આવે છે, જેથી મેગ્નેટીક ફીલ્ડની અણદીઠ આડી મેગ્નેટીક લાઇનોને એ આરમેચરના કૉઇલના તાર બરાબર કાટખૂણે કાપી શકે. બે પોલપીસ વચ્ચેની અણદીઠ મેગ્નેટીક લાઇનો એ ચિત્રોમાં મીંડાઓથી બતાવી છે. ચિત્ર નાં૦ ૮૨ માં જ્યારે આરમેચર ઉભું હોય ત્યારે એ લાઇનો તેની બન્ને ફ્લેન્જોમાંથી પસાર થતી દેખાય છે, જે વખતે મેગ્નેટીક ફ્લૉક્સ ઘણો તેજ રહે છે, કારણ કે તે વખતે એ લાઇનો કપાઇ ગયલી હોય છે. આરમેચર તદન આડું રહેવાથી એ મેગ્નેટીક લાઇનો તેના વચલા ગાભા અથવા કોરમાંથી પસાર થાય છે, અને પછી આરમેચર ફરીને તદન ઉભું થવાથી એ લાઇનો કપાઇ જાય છે. ચિત્ર નાં૦ ૮૧ માં બતાવ્યા મુજબ જ્યાં સુધી આરચેર થોડું પણ એક તરફ ઢળેલું રહે ત્યાં સુધી એ લાઇનો તેના કોરમાંથી પસાર થયા કરે છે, અને આરમેચરના છેડા મેગ્નેટીક પોલના છેડાથી દૂર થતાંજ બધી લાઇનો કપાઇ જવાથી તેમાં સખ્ત ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ ઇન્ડયુસ્ડ થાય છે અથવા ઉશકેરાય છે, જે આરમેચરની ધરી અથવા શાફ્ટ ઉપર મૂકેલી કલેક્ટર રીંગોની મારફતે બાહેરના સરકીટમાં મોકલવામાં આવે છે. અથવા તો ચિત્ર નાં૦ ૭૬ માં બતાવ્યા મુજબના બે ભાગમાં બનાવેલાં કૉમ્યુટેટર સાથે જો આરમેચરનાં વાઇન્ડીંગના બે છેડા જોડવામાં આવે અને એ કૉમ્યુટેટર ઉપર લગાડેલાં બ્રશ મારફતે કરન્ટ મેલવવામાં આવે તો ઓછો વધતો થયા કરતો (fluctuating) ડાયરેકટ કરન્ટ મેલવી શકાય છે. કેટલાક મેગ્નેટોમાં આરમેચર વાઇન્ડીંગના તારનો છેડો મેગ્નેટોની બૉડી અથવા ફ્રેમ સાથે જોડીને અર્થ કીધેલો હોય છે અને બીજો છેડો આરમેચર શાફ્ટનો છેડો પોકળ કરી તેમાં સખ્ત કીધેલાં રબરની એક પાઇપ ખોસીને તેમાં રાખેલી એક ત્રાંબાની પીન સાથે જોડેલો હોય છે.



ચિત્ર નાં. ૮૧. ચિત્ર નાં. ૮૨.

ફીલ્ડની મેગ્નેટીક લાઇનો કાપતું મેગ્નેટોનું આરમેચર.

બૉશ મેગ્નેટો (Bosche Magneto)—મોટર કારમાં વપરાતો જરમન હાઇટેન્શન બૉશ મેગ્નેટો ઘણો જાણીતો છે. એનાં આરમેચર ઉપર ઇન્ડકશન કૉઇલ માફક બે જુદાં કૉઇલ પ્રાઇમરી અને સેકન્ડરી વિંટાળવામાં આવે છે. અને ઘણું ખરૂં દરએક આંટા પ્રાઇમરી કૉઇલ દીઠ ૫૦ આંટા સેકન્ડરીના કૉઇલના હોય છે. સાદો સીંગલ કૉઇલના આરમેચરનો મેગ્નેટો ઘણી સખ્ત સ્પાર્ક આપી શકતો નથી, કારણ કે આસરે ૧૦૦૦ રેવોલ્યુશને તેના સેકન્ડરી કૉઇલના વોલ્ટેજ આસરે ૧૪૦૦ થી વધુ થતા નથી, અને ૨૦૦૦ રેવોલ્યુશને તે આસરે ૨૦૦૦ વોલ્ટ થાય છે, જેથી મોટી અને અતિશય ગરમ સ્પાર્ક ઉત્પન્ન કરી શકાતી નથી. માટે જો પ્રાઇમરી કૉઇલને ચાલુમા એકાએક બ્રેક કરવામાં આવે તો પ્રકરણ ૧૬ માં લખ્યા પ્રમાણે સેકન્ડરી કૉઇલમાં ઘણા સખ્ત વોલ્ટેજનો કરન્ટ ઇન્ડયુસ્ડ કરી શકાય. આવી રીતની ગોઠવણ આ મેગ્નેટોમાં રાખવામાં આવે છે, જેથી ઓછી સ્પીડે ચાલતાં પણ એવા મેગ્નેટો લગભગ દશ હજાર અથવા તેથી પણ વધુ વોલ્ટેજે કરન્ટ ઉત્પન્ન કરીને મોટરકારનાં એન્જીનમાં પેટ્રોલની ગેસને સળગાવી શકે છે.

પ્રકરણ—૨૧

ડાઇનેમો મશીન

DYNAMO MACHINE

ડાઇનેમો અને મોટરની બનાવટમાં હવે કાંઇ પણ ફરક નહી રાખવામાં આવતો હોવાથી નીચે આપેલી ડાઇનેમો મશીનને

લગતી વિગતો ઘણે ભાગે ઇલેકટ્રીક મોટરને પણ લાગુ પડે છે. ઘણા ડાઇનેમો એવા બનાવવામાં આવે છે કે તેઓમાં માત્ર કનેકશનો બદલવાથી તેઓ મોટર તરીકે ચાલી શકે છે, તેમજ મોટરો ડાઇનેમો તરીકે પણ ચાલી શકે છે.

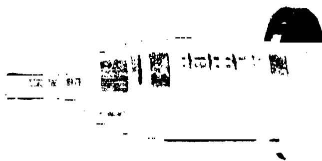
ડાઇનેમો મશીન—જ્યારે એક મેગનેટને U ના આકારમાં વાળીને તેના બે છેડા એક બીજાની સામે લાવવામાં આવે છે, ત્યારે તેના નૉર્થ પોલમાંથી લોહચુંબકીક પ્રવાહ સીધી લીટીઓમાં નીકલીને સાઉથ પોલમાં જતો ધારવામાં આવે છે. લોહચુંબકીક પ્રવાહની એ સીધી લીટીઓ કાપતાં જો એક કન્ડકટર અથવા ધાતુનો સળિયો ફરતો રહે તો તે કન્ડકટરમાં વિજળી પેદા થાય છે. આ ઉપરથી ડાઇનેમો મશીન બનાવવામાં આવે છે. મેગનેટના બન્ને છેડા વચ્ચેની એ જગા કે જેમાંથી લોહચુંબકીક પ્રવાહ પસાર થાય છે તે જગ્યાને મેગનેટીક ફીલ્ડ (magnetic field) કહે છે.



ચિત્ર નં૦ ૮૩.
ફીલ્ડ મેગ્નેટ (મૉડલે)

સાદા ડાઇનેમો મશીનમાં મેગનેટના બન્ને છેડા ઉભા રાખી તેઓ વચ્ચે એવું મેગનેટીક ફીલ્ડ બનાવવામાં આવે છે, અને તે ફીલ્ડમાં એક શાફ્ટીંગ ઉપર બાંધેલા ત્રાંબાના કન્ડકટરો ફરે છે તેથી એ ફીલ્ડ માંહેલી લોહચુંબકીક પ્રવાહની અણદીઠ લાઇનો કપાતાં તે કન્ડકટરોમાં વિજળી પેદા થાય છે. કન્ડકટરોમાં પેદા થયલો વિજળી શાફ્ટીંગમાં નહી ચાલી જાય તે માટે કન્ડકટરો અને શાફ્ટીંગ વચ્ચે રબર યા વલકેનાઇટ યા અબરખ જેવી નૉન–કન્ડકટીંગ ચીજનો બુશ (bush) મુકવામાં આવે છે, તથા કન્ડકટરો ઉપર રબરનું પડ કરી તેઓને પણ એક બીજાથી જૂદા રાખવામાં છે. મેગટીક ફીલ્ડમાં ફરતા કન્ડકટરોના એ જથ્થાને **આરમેચર** (armature) કહે છે. આરમેચરમાંથી એ ત્રાંબાના કન્ડકટરોના છેડા

એક તરફ લાવી તેજ શાફ્ટીંગ ઉપર એક છેડે એક ચોક્કસ જાતની કલેમ્પમાં સીકડી રાખેલા હોય છે, જેને **કોમ્યુતેટર** (commutator) કહે છે. કૉમ્યુતેટરમાં કન્ડકટરના છેડાઓને એક બીજાથી અલગ રાખવા માટે વચ્ચે વચ્ચે અબરખ (mica)ની પટીઓ મૂકેલી હોય છે, પણ ઉપરની બાજુએ એ છેડાઓ ઉઘાડા રાખીને કૉમ્યુતેટરને લેથમાં ટર્ન કરી અચ્છી રીતે પાલીશ કરવામાં આવે છે. આરમેચરમાં ઉત્પન્ન થયલી વિજળી કૉમ્યુતેટરમાં આવે છે, અને એ કૉમ્યુતેટરમાંથી વિજળી બહાર કાહડવા માટે તેની ઉપર અને નીચે ત્રાંબાની પટીઓ કે કારબનના ટુકડાઓ લાગેલા રાખવામાં આવે છે, જેઓને **બ્રશ** (brush) કહે છે. જ્યારે આરમેચરની સાથે કૉમ્યુતેટર ફરે છે, ત્યારે એ બ્રશો તે કૉમ્યુતેટરની ડાયામેટરની લાઇનમાં નીચે અને ઉપર કૉમ્યુતેટર ઉપર ઘણી સફા બેરીંગમાં લાગુ રાખવામાં આવે છે, અને એ બ્રશો સાથે બાંધેલા તારોમાં એક બ્રશમાંથી પૉઝીટીવ (+) અને બીજામાંથી નેગેટીવ (–) વિજળી નીકળે છે. ચિત્ર ના૦ ૮૫ માં ડાઇનેમોનું એક બાજુનું એન્ડ બ્રેકટ (end bracket) બતાવ્યું છે, જેની સાથે ચાર બ્રશ હોલડરો જોડવામાં આવ્યાં છે. એમાંના બે બ્રશ પૉઝીટીવ અને બે નેગેટીવ હોય છે. ઉપલાં ચિત્રમાં આરમેચરને જમણે છેડે એક પંખો રાખ્યો છે, જે ચાલુમાં ડાઇનેમોને ઠંડો રાખે છે. એક ડાઇનેમો જ્યારે મોટર તરીકે ચાલે છે ત્યારે તે ઉપર ઘણું ખેંચાણ (strain) આવે છે, માટે ડાઇનેમો પહેલ્લાંથીજ મોટર તરીકે વાપરવા માટેનો ખાસ બનાવેલો હોય તો ઠીક.



ચિત્ર ના૦ ૮૪.
આરમેચર અને કૉમ્યુતેટર (મૉડસ્લે.)

કૉમ્યુતેટરની સ્પીડ (Speed of Commutator) દર મીનીટે ૩૦૦૦ ફીટથી વધુ રાખવામાં આવતી નથી. એટલે કે જો કોઇ કૉમ્યુતેટરની ડાયામેટર ૧૨ ઇંચ હોય તો તેની સરકમફરન્સ અથવા ઘેરાવો આસરે ૩ ફીટ થશે, માટે તેને દર મીનીટે વધુમાં વધુ ૧૦૦૦ રેવોલ્યુશન્સથી વધારે ઝડપે ચલાવી શકાતો નથી,



ચિત્ર ના૦ ૮૫.
ડાઇનેમોનું એન્ડ પ્રેકેટ.

કારણ કે આરમેચર તથા કૉમ્યુતેટરમાં ત્રાંબાના તારો હોવાથી તેઓ વધારે સ્પીડથી ઉત્પન્ન થતાં ભારે સેન્ટ્રીફ્યુગલ ફૉર્સને લીધે બાહેર ઉંચકાઇ જઇને તૂટી અથવા છૂટી જવાનો સંભવ રહે છે.

ડાઇનેમોના ફીલ્ડ મેગનેટ (Field Magnet) માં આગમજથી થોડું મેગનેતીઝમ ભરેલું તો હોય છે, પણ ચાલુમાં તેને વધુ તેજ રાખવા માટે તેમજ તે માહેલું મેગનેતીઝમ ટકાવી રાખવા માટે એક બ્રશમાંથી નિકળતા તારને એ મેગનેતની આસપાસ થોડા આંટા વીટાળીને પછી આગળ લઇ જવામાં આવે છે, જેથી તે ઇલેક્ટ્રો મેગનેત બની છે. એવી જાતના ડાઇનેમોને સેલ્ફ–એક્ષાઇટેડ (self-excited) ડાઇનેમો કહે છે. કોઇ વાર મોટા ડાઇનેમોમાં ફીલ્ડ મેગનેટને તેજ બનાવવા માટે એક જુદો નાનો ડાઇનેમો વાપરવામાં આવે છે. એવા ડાઇનેમોને "સેપરેત્લી એક્ષાઇટેડ" (separately excited) ડાઇનેમો કહે છે. જે ડાઇનેમોમાં બે પોલ હોય તેને બાઇપોલર (bi-polar) ડાઇનેમો કહે છે, અને જેમાં ચાર યા વધુ પોલ હોય તેને મલતી પોલર (multi-polar) ડાઇનેમો કહે છે.

ઇન્ટર પોલ (Inter poles)—દરેક ડાઇનેમો ચોક્કસ ઝડપે અને ચોક્કસ લોડેજ ચાલવા માટે ડીઝાઇન કરીને બનાવેલો હોવાથી તેની ઝડપ કે લોડમાં ફરક પડતાંજ તેનાં કૉમ્યુટેટરમાંથી ચિંગારી પડવી શુરૂ થાય છે. ખાસ કરીને લોડ વધતાંજ આ પ્રમાણે બને છે, જેથી બ્રશોનાં હોલ્ડરને આગળ પાછળ ખસાડવું પડે છે. પણ હવે સારા મેકરના ડાઇનેમોમાં બ્રશ હોલ્ડરો એકજ જગ્યાએ ફીક્ષ્ડ રાખી મેળવામાં આવે છે, છતા બીલકુલ ચિંગારી પડતી નથી, કારણ કે તેમાં તેના સાધારણ ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટના મેન પોલ (main poles) રાખવા ઉપરાંત બીજાં નાના ઇન્ટર પોલ વચ્ચે વચ્ચે રાખેલા હોય છે. આને કૉમ્યુટેટીંગ પોલ પણ કહે છે. આથી ડાઇનેમોનો લોડ ઓછો વધતો થવા છતાં બ્રશોનાં હોલ્ડર ફેરવવાની જરૂર રહેતી નથી અને ચિંગારી બીલકુલ પડતી નથી. ઇન્ટર પોલવાળા

ડાઇનેમોની એક ખામી એ હોય છે કે જેટલા મેન પોલ હોય તેટલાજ મેન પોલો વચ્ચે ઇન્ટર પોલ રાખવા પડે છે—એટલે કે ચાર પોલના મશીનમાં ચાર મેન પોલ અને ચાર ઇન્ટર પોલ મળીને આઠ પોલ હોય છે. જેથી મશીનમાં હવાનો આવજાવ ઓછો થવાથી મશીન ગરમ ચાલે છે. આ ખામી સુધારવા માટે મોડસ્લીસ લીમીટેડ (Mawdsley's Limited) નામના મેકરો એ ચાર મેન પોલના મશીનમાં માત્ર બેજ નાના ઇન્ટર પોલ મૂકી શકાય તેવી હીકમત શોધી કાહડી છે જે ચિત્ર નાં૦ ૮૩માં બતાવી છે. એમાં જોવાથી માલમ પડશે કે એના મેન પોલ મશીનના રેડીઅસની સેન્ટર લાઇનમાં નહી મુકતાં જરા અડકત્રા રાખ્યા છે, જેથી બાજુએ મલતી જગામાં ઉપર તથા નીચે બે નાના ઇન્ટર પોલ સેહલાઇથી મુકી શકાય છે, અને બધા પોલો વચ્ચે હવાની આવજાવ માટે ઠીક જગા રહે છે. વળી બે ઇન્ટર પોલો ઓછા થવાથી એટલું ઓછું ત્રાંબુ ખપે છે. ચિત્ર નાં૦ ૮૫માં જોવાથી માલમ પડશે કે એ મશીન બંધિઆર છતાં જમણા હાથ તરફની પુલીવાળી બેરીંગ નીચે હવા દાખલ થવાનો રસ્તો રાખ્યો છે, જેમાંથી હવા દાખલ થઇ મશીનમાં બધે ફરીને એજ બ્રેકેટને મથાળે રાખેલા હવા બાહેર નિકળી જવાને રસ્તે બાહેર નીકળે છે. ઇન્ટરપોલને કૅામ્યુટેટીંગ પોલ પણ કહે છે. એ વાપરવાથી ડાઇનેમોનો પાવર પણ વધે છે.

સેપરેટલી એક્ષાઇટેડ ડાઇનેમો (Separately Excited Dynamo)માં જે નાનો ડાઇનેમો ફીલ્ડ મેગનેટ તેજ રાખવા માટે વપરાય છે તેને એક્ષાઇટર (exciter) કહે છે. એ ડાઇનેમો હંમેશાં ડી. સી. કરન્ટનો હોય છે, અને ઘણું ખરૂં મોટા ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના ડાઇનેમો સાથે વપરાય છે. કેટલેક ઠેકાણે એક કરતાં વધારે ઑલટરનેટરો માટે એકજ નાનો એક્ષાઇટર હોય છે. કેટલેક ઠેકાણે ઑલટરનેટરની શાફ્ટીંગ ઉપરજ એક્ષાઇટર ડાઇનેમો જોડેલો હોય છે, જે ગોઠવણ જગ્યાનો બચાવ કરે છે; પણ જો ઑલટરનેટર ઘણો મોટો અને ધીમી ચાલનો હોય તો એક્ષાઇટર સાથે જોડેલો ડી. સી. ડાઇનેમો ઘણો મોટો બનાવવો પડે છે. ઘણા મોટા જેનેરેટરોમાં પેહલ્લાં એક્ષાઇટર ચાલુ કરી મોટા જેનેરેટરના ફીલ્ડ મેગ્નેટને તેજ કરવામાં આવે છે, પછી જેનેરેટર ચાલુ કરતાં તે વિજળી પકડે છે.

બાઈપોલર ડાઇનેમો (Bipolar Dynamo)—આ જાતના ડાઇનેમોમાં માત્ર બેજ મેગનેટીક પોલ હોય છે, અને હવે એ જુની ફાસીનના ડાઇનેમો કહેવાય છે, કારણ કે એ ડાઇનેમોમાં માત્ર બેજ મેગનેટ હોવાથી તેમાં મેગનેટિક લાઇનોનો એકજ ઝુમખો હોય છે, માટે તેના આરમેચરને ઘણી મોટી ઝડપે ફેરવવામાં આવે તોજ ઘટતો પ્રેસર (વોલ્ટેજ) મલી શકે છે.

મલટીપોલર ડાઇનેમો (Multipolar Dynamo)—આ જાતના ડાઇનેમોમાં ૪, ૬, ૮, યા વધુ મેગનેટિક પોલ હોવાથી તેઓમાં સામસામેના પોલોમાં જતી મેગનેટિક ફૉર્સની લાઇનોના જથ્થા વધારે હોવાથી બાઇપોલર ડાઇનેમો કરતાં એ જાતના ડાઇનેમોની ચાલ ધીમી હોય છે. જેમકે એક બાઇપોલર ડાઇનેમો ૨૩૦ વોલ્ટ માટે ૧૦૦૦ રેવોલ્યુશન ફરતો હોય તો તેટલીજ સાઇઝનો (કરન્ટનો) મલટીપોલર ૪ પોલનો ડાઇનેમો ૫૦૦ રેવોલ્યુશનનો મળી શકશે, અને ૮ પોલનો ડાઇનેમો ૨૫૦ રેવોલ્યુશનનો મલી શકશે. એના પોલ ચિત્ર ના૦ ૮૩ માં બતાવ્યા મુજબ એક કાસ્ટ આયર્નની રીંગમાં ફરતા જડેલા હોવાથી એનો દેખાવ વધારે સારો લાગવા ઉપરાંત ડાઇનેમો ઉંચાઇમાંથી ઘણો ઓછો હોય છે.

ડાઇનેમોની પમ્પ સાથ સરખામણી—જેમ પાણી ખેંચનારો એક પમ્પ પોતે પાણી બનાવતો યા ઉત્પન્ન કરી આપતો નથી, તેમ ડાઇનેમો કાંઇ વિજળી ઉત્પન્ન કરી આપતો નથી. પમ્પ જેમ પાણીને દાબીને ઉંચે ચ્હડાવી આપે છે તેમ ડાઇનેમો વિજળી કે જે તેના મેગનેટીક ફીલ્ડમાં મોજુદ હોય છે તેમાં પ્રેસર ઉત્પન્ન કરી આપે છે; અને જેમ પમ્પ પાણીને પાઇપમાં થતાં ફ્રીકશનને જેર (overcome) કરીને પાણીને ઉંચે કે દૂર લઇ જઇ આપે છે, તેમ ડાઇનેમો તેના સરકીટના તારમાં થતાં અટકાવ (resistence) ને જેર કરીને વિજળીને માંગો તેટલી દૂર લઇ જઇ આપે છે. માટે એક ડાઇનેમો વિજળીના એક ચોક્કસ જથ્થામાં પ્રેસર ઉત્પન્ન કરી આપે છે.

ડાઇનેમોની બનાવટ (Construction)—ડાઇનેમોમાં તેના ફીલ્ડ મેગ્નેટનો ગાભો યાને કોર (core) રૉટ આયર્નનો બનાવવામાં આવે છે. બે પોલના ડાઇનેમોમાં બે પોલને જોડવા માટે ચિત્ર ના૦ ૭૭ માં બતાવ્યા મુજબ જે આડો લોહડાંનો બાર વપરાય છે

તેને યોક (yoke) યાને ગુંસરી કહે છે. કાસ્ટ આયર્નના કોર કદાચજ બનાવવામાં આવે છે કારણ કે તેઓ રૉટ આયર્નના કોર કરતાં જાડા બનાવવા પડતા હોવાથી તેઓના ગુંછળાંમાં ત્રાંબાનો કીમતી તાર વધારે ખપે છે. ઘણી સારી બનાવટના ડાઇનેમોમાં મેગ્નેટના કોર લોહડાંના પાતળાં પત્રાઓમાંથી પંચ કરી કાપી કહાડી તેઓને એક બીજાંથી ઇન્સ્યુલેટ કરી ચોપડીના પાનાઓ માફક ચોડ કરી રીવેટ કરી બનાવવામાં આવે છે, જેને લૅમીનેટેડ પોલ (laminated pole) કહે છે.

એ. સી. અને ડી. સી. ડાઇનેમો (A. C. & D. C. Dynamo)—ડાઇનેમો મશીનમાંથી બે જાતના ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ મેળવી શકાય છે, જેનો આધાર આરમેચરમાં કરેલી કન્ડકટરોની ગોઠવણ ઉપર હોય છે. એ. સી. અથવા ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ (alternating current) ના મશીનમાં આરમેચર માંહેલા કન્ડકટરોની ગોઠવણ એવી રીતે રાખેલી હોય છે કે તેઓમાં એક રેવોલ્યુશનમાં એક વખતે એક તરફ અને બીજી વખતે બીજી તરફ ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ વહે છે; જ્યારે ડી. સી. અથવા ડાયરેક્ટ કરન્ટ (direct current) નાં મશીનમાં ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ હંમેશા એકજ તરફ વહે એવી રીતે આરમેચરમાં કન્ડકટરોની ગોઠવણ કીધેલી હોય છે. ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના ડાઇનેમોમાં ઘણુંખરૂં કોમ્યુતેટર હોતું નથી, પણ તેને બદલે કેટલીક રીંગો હોય છે, જેઓને સ્લીપ રીંગ (slip rings) કહે છે, અને જેઓમાંથી તાર જોડીને સરકીટમાં લઇ જવામાં આવે છે. બન્ને જાતના ડાઇનેમોને જેનરેટર (generator) પણ કહે છે.

ઇલેક્ટ્રીક જેનરેટીંગ સેટ (Electric Generating Set)—હાલમાં હાઇસ્પીડ સ્ટીમ, પેટ્રોલ કે ઑઇલ એનજીન સાથે એકજ બેડપ્લેટ ઉપર પાધરા જોડેલા ડાઇનેમો મળી શકે છે, જે ઘણા સગવડભરેલા થઇ પડે છે. મોટાં કામો માટે સ્લોસ્પીડ ડાઇનેમો મોટાં ડીઝલ ઑઇલ એનજીન સાથે પાધરા એકજ બેડપ્લેટ ઉપર બેસાડેલા પણ મળી શકે છે. એનજીન અને ડાઇનેમો વચ્ચે જે કપ્લીંગ એવા સેટમાં રાખવામાં આવે છે તે ફ્લેક્ષીબલ કપ્લીંગ (flexible coupling) કહેવાય છે, કારણ કે એનજીન અને ડાઇનેમોની સેન્ટર લાઇનમાં જ્યારે ચાલુ ઘસાડાથી જરાબી ફરક પડે ત્યારે એ કપ્લીંગ

તે સમાવી દઇને એનજીન ઉપર નકામું જોર પડતું અટકાવે. આથી આવા દરેક સેટમાં એવી ફ્લેક્ષીબલ કપ્લીંગ રાખવાની ઘણી જરૂર છે. વળી એનજીનની ગરમીથી ડાઇનેમોનું ઇન્સ્યુલેશન ખરાબ નહી થાય એવી પણ ગોઠવણ સારા મેકરના ડાઇનેમોમાં રાખેલી હોય છે. પેટ્રોલ અને કેરોસીન તેલથી ચાલતાં એનજીનો ઘણી હાઇ સ્પીડનાં મલી શકે છે, તેથી તેઓ સાથ વપરાતા ડાઇનેમો કદમાં નાના બનાવી શકાય છે, અને તે કારણ થકી તેઓ કીંમતમાં પણ સસતા પડે છે. ઉભાં સ્ટીમ એનજીન સાથે જોડેલા એવા સેટ પણ મળી શકે છે. જેઓનાં રેવોલ્યુશન્સ પેટ્રોલ અને ઑઇલ એનજીનના સેટથી ઓછાં હોવાથી એકજ સરખા પાવરના એવા સ્ટીમ સેટના ડાઇનેમો કદમાં લગાર મોટા બનાવવા પડે છે. પણ સ્ટીમ ટરબાઇન સાથે પાધરા જોડેલા ડાઇનેમો નાના બનાવી શકાય છે કારણ કે સ્ટીમ ટરબાઇનની ઝડપ ઘણી વધારે હોય છે.

પેટ્રોલ એનજીનના સેટની મૂખ્ય ખુબી એ હોય છે કે તેઓ હમેશાં ચાલુ કરવા માટે તૈયાર હોય છે, અને માત્ર હેન્ડલ ફેરવતાંજ તુરતજ ચાલુ કરી શકાય છે. કેટલાંક ઑઇલ એનજીનના સેટ પેહલ્લાં એ પ્રમાણે પેટ્રોલ ઉપર ચાલુ કરી એકાદ બે મીનીટ પછી કેરોસીન કે ક્રુડ ઑઇલપર મૂકી શકાય છે. પણ સાધારણ કેરોસીન કે ક્રૂડ ઑઇલ એનજીનથી ચાલતા કેટલાક સેટમાં ચાલુ કરવા આગમજ એનજીનનાં વેપરાઇઝર (vaporiser) ને આસરે ૧૫-૨૦ મીનીટ ગરમ કરવું પડે છે. હમણા કોલ્ડ સ્ટારટીંગ ઑઇલ એન્જીનોના સેટ પણ મલી શકે છે.

સ્ટીમ એનજીનમાં તો બૉઇલર જોઇએ છે, અને બૉઇલરમાં સ્ટીમ હોય ત્યારેજ એ સેટ ચાલુ કરી શકાય છે. પેત્રોલ સળગી ઉઠે તેવું હોવાથી તેનો ઘણી સંભાળથી ઉપયોગ કરવો પડે છે. પણ એક સ્ટીમ સેટના ખરચ કરતાં ઑઇલ એનજીનના સેટનો ચાલુ ખરચ ઘણો ઓછો આવે છે. દર કલાકે દર કીલો વોટ દીઠ એક નાના સ્ટીમ સેટમાં ૭ થી ૮ પાઉન્ડ કોલસો, પેત્રોલ સેટમાં $\frac{1}{6}$ થી $\frac{1}{8}$ ગ્યાલન પેત્રોલ અને ઑઇલ એનજીન સેટમાં $\frac{1}{6}$ થી $\frac{1}{8}$ ગ્યાલન તેલ ખપે છે. મોટા પાવરના સ્ટીમ સેટમાં ઉંચી જાતનાં એનજીન કે સ્ટીમ તરબાઇન અને હાઇ પ્રેસરના બૉઇલર સાથે દર

કીલેા વૅાટ દીઠ કેાલસાનેા ખપ આસરે દોઢ પાઉન્ડ અને મેાટા પાવરના ડીઝલ ઑાઇલ એનજીનના સેટમાં ક્રુડ ઓાઇલનેા ખપ આસરે ·૬ પાઉન્ડ થાય છે.

મેાટર જેનરેટર (Motor Generator)—ઘણાંક શેહેરામાં ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપનીના લાઇટ આપવા માટેના અને પાવર આપવા માટેના ભાવેા જૂદા જૂદા હેાય છે. જેમકે જો લાઇટ માટેના કરન્ટનેા ભાવ ૪ થી ૬ આના યુનિટના હેાય તેા પાવર માટેના કરન્ટનેા ભાવ ૨ થી ૩ આના હેાય છે. આથી ઇલેકટ્રીક લાઇટ જે મકાન કે કારખાનામાં મેાટા વિસ્તાર ઉપર કરવામાં આવતી હેાય તેમાં લાઇટ માટેનેા મેાઘેા કરન્ટ લેવાને બદલે પાવર માટેનેા સસ્તેા કરન્ટ લઇને તેથી એક મેાટર ચલાવીને પેાતાનેા જુદેા ડાઇનેમેા ચલાવી લાઇટ કરવાનું ઘણું સસ્તું પડે છે. વળી જો સપલાઇ કંપનીનેા કરન્ટ ઑાલટરનેટીંગ હેાય તેા મેાટર ઑાલટર-નેટીંગ કરન્ટ ઉપર ચલાવીને આપણેા ડાઇનેમેા ડાયરેકટ કરન્ટનેા ચલાવી શકાય છે. એ માટે એકજ બેડપ્લેટ ઉપર એક તરફ મેાટર અને બીજી તરફ જેનેરેટર ગેાઠવેલા આવે છે જેને મેાટર જેનેરેટર કહે છે. એવેા એક મેાડસ્લી (Mawdsley) મેકરનેા મેાટર જેનેરેટર ચિત્ર નાં૦ ૮૬ માં બતાવ્યેા છે. એમાં પણ મેાટર અને જેનેરેટર વચ્ચે ફ્લેક્ષીબલ કપ્લીંગ રાખવામાં આવે છે, અને ગેાઠવણ ઘણીજ સાદી અને તદન ભરેાસેા રાખવા લાયક હેાય છે.

પટા અને રસાથી ચાલતા ડાઇનેમેા (Belt & Rope Driven Dynamo) હંમેશાં સ્લાઇડીંગ બેડપ્લેટ ઉપર બેસાડવા જોઇએ, કે જેથી જ્યારે પટેા યા રસા ઢીલા પડે ત્યારે ખુદ ડાઇનેમેાને તેની બેડપ્લેટ ઉપર પાછળ હઠાવી તેઓને પાછા તાઇટ કરવાને બની આવે. પટાથી ચાલતા ડાઇનેમેા માટે પટાનેા સાંધેા સાધારણ રીતે યાને એક છેડા ઉપર બીજો છેડેા ચહડાવી "લૅપ" કરીને લેસથી જોડવામાં આવતેા નથી, કારણ કે તેમ કરવાથી પટાનેા સાંધેા જ્યારે ડાઇનેમેાની પુલી ઉપરથી પસાર થાય છે ત્યારે ઝટકેા મારે છે તેથી રેાશની હંમેશાં હાલ્યા કરે છે. એ માટે પટાના બન્ને છેડા તેપર છેાલી કહાડી સાથે સીવીને પાકેા અને એકસરખી જાડાઇનેા સાંધેા કરવામાં આવે છે, જેથી સાંધાની જગાએ પટાની જાડાઇ વધે નહીં.



ચિત્ર નં૦ ૮૯.
મોડર્ન મોટર જેનેરેટર.

ડાઇનેમોનો ઓવરલોડ (Overloading of Dynamo)—ઘણાખરા બધા ડાઇનેમો તેઓ ઉપર મારેલી પ્લેટમાં આપેલી તેઓની શક્તિ ઉપરાંત માત્ર થોડો વાર સુધી ૨૦ થી ૨૫ ટકા ઓવરલોડ કરી શકાય છે; એટલે કે ૨૦ કીલોવૉટનો ડાઇનેમો હોય તો તે ઉપર ૪ થી ૫ કીલોવૉટ વધુ પાવર માત્ર થોડોક વાર સુધી કામ પડતાં લઇ શકાય છે. એટલો ઓવરલોડ વધારે વખત રાખતાં ડાઇ-

નેમો ગરમ થઇ તેનું આરમેચર વગેરે બળી જવાનો સંભવ હોય છે. પણ જે ઠેકાણે માત્ર થોડીવાર કોઇ કારણથકી ડાઇનેમોને એટલો ઓવરલોડેડ કરવાની જરૂર પડે તે ઠેકાણે તેને ચલાવનારાં એનજીનમાં વધારાનો પાવર આગમજથી રાખી મેળવો જોઇએ. ઑઇલ અને ગૅસ એનજીનથી ચાલતા ડાઇનેમોમાં આ બાબદની છૂટ પહેલાંથી જો રાખી નહી હોય તો એ જાતનાં એનજીનો ઓવરલોડ ઘસ્ડી શકતાં નથી.

હાલમાં એક ડાઇનેમોના ઓવરલોડને બદલે તેનો રેટેડ પાવર (rated power) કેટલો હોય છે તે કહેવામાં આવે છે, અને તે ચાલુ કામ (continuous service) માટે છે, કે થોડી થોડી વારે ચાલુ બંધ થયા કરવા (intermittent service) માટે તેટલો પાવર આપેલો છે, તે તે મશીનની પ્લેટ ઉપર સાફ માંડેલું હોવું જોઇએ.

ડાઇનેમોનું ઇરેકશન (Erection of Dynamo)—ડાઇનેમો મશીન ઘણાખરાં તો તૈયાર જોડેલાં આવે છે. કોઇ કોઇ ઘણા મોટા કદના ડાઇનેમોના ભાગ છુટા આવે છે, જેઓને જોડવાનું કામ કાંઇ કઠણ નથી કારણકે એમાં થોડાજ ભાગો હોય છે. ડાઇનેમો માટે પાયો ઘણો મજબુત હોવો જોઇએ, કારણકે ડાઇનેમો હંમેશાં ઘણી ઝડપી ચાલે ચાલે છે, માટે તે ચાલુમાં બીલકુલ ધ્રુજવો નહી જોઇએ. ચાલુમાં ડાઇનેમો જો ધ્રુજયા કરે તો બ્રશમાંથી ઘણી ચિંગારી પડયા કરે છે, જેથી કૉમ્યુટેટર જલદી ઘસાઇ જાય છે. ડાઇનેમો હંમેશાં ઘણી સુકી જમીનમાં બેસાડવા જોઇએ. ભીનાશવાળી જગામાં ડાઇનેમો બેસાડવાથી ડાઇનેમો ઠીક ચાલતા નથી, અને ભીનાશથી કરીને ઘણો કરન્ટ જમીનમાં ખેંચાઇ વ્યર્થ જાય છે. મીલના એનજીન રૂમની નીચે ડાઇનેમો બેસાડવાનું બીલકુલ ભુલભરેલું છે કારણકે ત્યાં સ્ટીમ અને પાણીનો ઘણો ભીનાશ હોવા ઉપરાંત ગરમી પણ હોય છે, જેથી ડાઇનેમોના તારો ઉપરનું રબર વગેરેનું પડ નરમ પડી ઉખડી જાય છે.

ડાઇનેમો ઘણું નાજુક મશીન છે માટે તેને ઘણીજ સંભાળથી પૅક કરવામાં આવે છે, જે પૅકીંગ ઉખેડતી વખતે પણ ઘણી સંભાળની જરૂર પડે છે, નહી તો બેદરકારી થવાથી તેનું આરમેચર કે કૉમ્યુટેટર જોખમાવાનો અને જાથુકની ખામી પેદા થવાનો

ઘણો સંભવ રહે છે. વળી કોઇ ભિનાશવાળી જગામાં ડાઇનેમો કે મોટર પડી રહયો હોય તો તેને ચાલુ કરવા અગાઉ તેનો ભિનાશ સુકાવી નાખવાની ઘણી જરૂર છે. એ માટે ડાઇનેમોને થોડીક ગરમ સુક્કી જગામાં લાંબો વખત રાખવો પડે છે. નહી તો કોઇ બીજા ડાઇનેમોમાંથી તેમાં કરન્ટ આપીને તેનું ઇન્સ્યુલેશન થોડુંક ગરમ કરવું પડે છે, જેથી તેમાં ચૂશાઇ ગયલો ભિનાશ સુકાઇ જાય.

બેરીંગમાં આરમેચર શાફ્ટ ગોઠવ્યા પછી આરમેચરને હળવે હળવે ફેરવી આરમેચર અને મેગનેટના પોલ વચ્ચેની ફરતી જગ્યા તપાસવી, અને તે વચ્ચે કોઇ ચીજ, કચરો કે ખીલો પડેલો નહી હોય તે તપાસી જોવું જોઇએ.

ડાઇનેમોની બેરીંગ (Dynamo Bearings) માં તેલની સંભાળ રાખવાની જરૂર છે. એ બેરીંગોમાં કદીબી વનસ્પતિનું તેલ વાપરવું નહી પણ ખણીજ તેલજ વાપરવું. સાધારણ સ્પીનડલ ઑઇલ ડાઇનેમોની બેરીંગો માટે ઘણું પાતળુ હોય છે, માટે લગાર ઘાડું સ્પીનડલ ઑઇલ અથવા જેને "હેવી સ્પીનડલ ઑઇલ" કહે છે તે એમાં વાપરવું સારૂં છે. સારા વેપારીઓ ખાસ "ડાઇનેમો ઑઇલ" મંગાવી વેચે છે.

ડાઇનેમોની પોલૅરીટી (Polarity of Dynamo)—ડાઇનેમોની બનાવટની બાબતમાં આગળ જણાવ્યું છે કે ડાઇનેમોના મેગનેટમાં સાઉથ પોલ અને નૉર્થ પોલ નામના બે પોલ હોય છે. કોઇ વખતે એ પોલની પોલૅરીટી પોતાની મેળે બદલાઇ જવાથી સાઉથ પોલનો નૉર્થ પોલ થઇ જાય છે, જેથી પૉઝીટીવનો નેગેટીવ અને નેગેટીવનો પોઝીટીવ થઇ જાય છે. આર્ક લૅમ્પ, નર્નસ્ટ લૅમ્પ, મોટર, એકયુમ્યુલેટર વગેરેને ડાઇનેમો સાથ જોડતી વખતે ડાઇનેમોનો કયો તાર પૉઝીટીવ અને કયો નેગેટીવ છે તે પહેલ્લાં ચોક્કસ રીતે જાણવાની ઘણી જરૂર છે, જે શોધી કહાડવાની રીત નીચે આપી છે:—

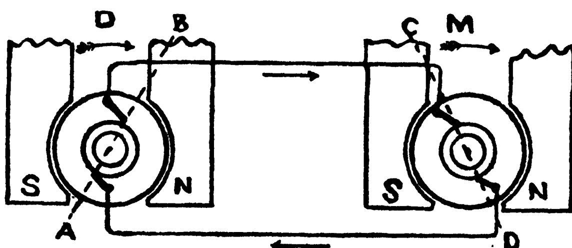
કાચ, કોઠી યા પથ્થરના એક વાસણમાં સીસાંની સાફ પ્લેટના બે ટુકડા મુકવા અને તેમાં પાણીમાં મેળવેલી સલફયુરીક એસીડ નાખવી. એ બે પ્લેટની વચ્ચે લાકડાંનો એક ટુકડો કે પાટિયું મેલીને તેઓને જુદા રાખવા. એમાંની એક પ્લેટને ત્રાંબાના તાર વડે ડાઇને-

મોના એક તાર સાથ જોડવી. બીજી પ્લેટને ત્રાંબાના એક તાર વડે એક ઇન્કેન્ડેસન્ટ લેમ્પના હોલડરના એક તાર સાથે જોડી તે લેમ્પનો બીજો તાર ડાઇનેમોના બીજા તાર સાથે જોડવો. પછી ડાઇનેમો થોડીક મીનીટ ચલાવી બન્ને પ્લેટો તપાસી જોવી. એ બે પ્લેટો માંહેલી જે પ્લેટનો રંગ તપખીરિઆ થઇ ગયો હોય તે પ્લેટ સાથે જોડેલો ડાઇનેમોનો તાર પૉઝીટીવ સમજવો.

મલ્ટીપોલર ડાઇનેમોના સાઉઠ અને નૉર્થ પૉલ કયા કયા છે તે શોધી કાહડવા માટે નાનો મેગ્નેટિક કમ્પાસ (હોકાયંત્ર) વપરાય છે. એવા ડાઇનેમોમાં જેટલા નૉર્થ તેટલાજ સાઉઠ પોલ હોય છે અને તેઓ અવારનવાર ગોઠવેલા હોય છે—એટલે એક સાઉઠ પોલની પાસે નૉર્થ પોલ હોય છે અને તેની જોડે પાછો સાઉઠ હોય છે, જો ફીલ્ડ કે બ્રશનાં કનેકશનોમાં કાંઇ ભૂલ થઇ હોય તો કોઇ વેળા એક જાતના વધારે ને બીજી જાતના ઓછા પોલ દેખાય છે, જે ઉપરથી ખામી પકડી સુધારી શકાય છે.

ડાઇનેમોની ચાલ ઉલટાવી નાખવા માટે ઝાઝો ફેરફાર કરવાની જરૂર પડતી નથી, કારણકે ઘણા ખરા બધા ડાઇનેમો ઉલટી કે સુલટી કોઇભી તરફ ચાલી શકે તેવા બનાવેલા હોય છે. બે પોલના ડાઇનેમોની ચાલ (direction of rotation) ઉલટાવવા માટે માત્ર બ્રશના કનેકશન ઉલટાવી નાખવાં, કનેકશન છોડયા વગર ઉપલું બ્રશ નીચેના હોલ્ડર સાથે અને નીચેનું બ્રશ ઉપલા હોલ્ડર સાથે બાંધવું, અને બન્ને બ્રશો કૉમ્યુટેટરની ડાયામેટરની લાઇનને બન્ને છેડે આવે એવી રીતે સામ સામાં સેટ કરવા. મલટીપોલર ડાઇનેમોમાં જો ચાર પોલ હોય તો એક બ્રશ કાહડી તેના તારના કનેકશન સાથેજ તેની પાસે આવેલાં બીજા બ્રશના હોલ્ડર સાથે જોડવું, અને બીજાંને ત્રીજાં સાથે, ત્રીજાંને ચોથા સાથે અને ચોથાંને પેહેલ્લાં સાથે જોડવું. જો કૉપરબ્રશ હોય તો તેનું કૉમ્યુટેટર સાથનું ખૂણું (angle) ઉલટાવીને બીજી તરફ રાખવું પડશે, અને કોઇક ડાઇનેમોમાં કારબન બ્રશો પણ ઢોળાવદાર ખૂણે બેસાડેલાં હોય છે માટે તેઓના હોલ્ડર પણ ઉલટાવીને નાખવા પડશે, જેથી કૉમ્યુટેટર જ્યારે ઉલટું ફરે ત્યારે બ્રશ હોલ્ડર ઉપર દબાણ આવી તે મરડાઇને ભાંગી જાય નહી.

ડાઇનેમો મોટર તરીકે ચલાવવાની રીત ચિત્ર ના૦ ૮૭માં બનાવી છે, જેમાં D ડાઇનેમો છે અને M મોટર છે અને બન્નેની બાંધણી અને બનાવટ તદ્દન એકજ સરખી છે, પણ ફરક માત્ર બન્નેનાં બ્રશનાં સેટીંગમાં છે. બન્નેનાં બ્રશ તારથી જોડવામાં આવ્યાં છે. ડાઇનેમો D માંથી વીજળીનો કરન્ટ ઉપલાં બ્રશમાંથી નિકળીને તીરની નિશાનીમાં બતાવેલી દિશામાં વહીને M મોટરના ઉપલાં બ્રશમાં દાખલ થાય છે, અને તેનાં નિચલાં બ્રશમાંથી તે પાછો ડાઇનેમોના નીચલાં બ્રશમાં દાખલ થઇ સરકીટ સંપૂર્ણ કરે છે. આથી બન્ને મશીનોમાં નીચલાં બ્રશમાંથી કરન્ટ ઉપલાં બ્રશમાં દાખલ થાય છે તેથી નીચલાં બ્રશો નેગેટીવ અને ઉપલાં પૉઝીટીવ છે. બન્ને મશીનો ઘડિઆળના કાંટાની દિશામાં ફરે છે. ચિત્રમાં મીંડાઓથી બનાવેલી AB અને CD લીટીઓ કૉમ્યુટેશનની ડાયામેટર લાઇનો કહેવાય છે અને ચિત્રમાં જોવાથી માલમ પડશે કે એ લીટી ડાઇનેમોમાં જે તરફ ઢળેલી છે તેથી ઉલટી રીતે મોટરમાં ઢળેલી છે. હવે જો મોટર M માંથી કરન્ટ લઇને D ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ચલાવવો હોય તો બ્રશની કૉમ્યુટેશન ડાયામેટર ઉલટી બાજુએ હાથ વડે ફેરવી નાખી બ્રશોને સેટ કરવાથી D ડાઇનેમો મોટર તરીકે ચાલશે.



ચિત્ર ના૦ ૮૭
ડાઇનેમો અને મોટર વચ્ચે સંબંધ

ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ચલાવવાની રીતો ટુંકમાં નીચે આપી છે:—

સીરીઝ વાઉન્ડ ડાઇનેમોને સુલટી ચાલે મોટર તરીકે ચલાવવા માટે બ્રશના કનેકશન ઉલટાવી નાખવાં.

શન્ટ વાઉન્ડ ડાઇનેમોને સુલટી ચાલે મોટર તરીકે ચલાવવા માટે કાંઇપણ ફેરફાર કરવાની જરૂર નથી.

કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ ડાઇનેમોને સુલટી ચાલે મોટર તરીકે ચલાવવા માટે પહેલાં શન્ટનો પાતળો તાર એક બ્રશમાંથી છોડી બીજા બ્રશ સાથે જોડવો; પછી તેજ પ્રમાણે સીરીઝનો જાડો તાર પણ એક બ્રશમાંથી છોડી બીજાં બ્રશ સાથે જોડવો એટલે શન્ટ અને સીરીઝના કનેકશનો ઉલટાવી નાખવાં.

ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ઉલટી ચાલે ચલાવવા માટે પહેલાં બ્રશ છોડી બીજી તરફ ઉલટાવી બાંધવાં. (હમેશાં કૉમ્યુટેટર જે તરફ ફરતું હોય તેજ તરફ કૉપર બ્રશનું ઢળાણ યાને સ્લોપ જોઇએ) તે પછી નીચે પ્રમાણે કરવું:—

સીરીઝ ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ઉલટી ચાલ માટે કનેકશનમાં કાંઇપણ ફેરફાર કરવો નહી.

શન્ટ ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ઉલટી ચાલ માટે કનેકશન ઉલટાવી નાખવાં.

કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમોને મોટર તરીકે ઉલટી ચાલ માટે ફકત શન્ટના પાતળા તારનું કનેકશનજ ઉલટાવી નાંખવું.

પ્રકરણ—૨૨

ડાઇનેમોનાં બ્રશ

DYNAMO BRUSHES

બ્રશનું સેટીંગ (Setting of Brushes)—ડાઇનેમોમાંથી ચાલુમાં આગની ચિંગારી નહી પડયા કરે તે માટે એના બ્રશને બરાબર રીતે સેટ કરવાની ઘણી જરૂર છે, અને બ્રશનાં એ સંભાળ ભરેલાં સેટીંગ ઉપર મોટર તથા ડાઇનેમોની જીંદગી અને તેમાંથી નીપજતાં કામનો મોટો આધાર છે. બ્રશ બે જાતનાં આવે છે—"કૉપર બ્રશ" અને "કારબન બ્રશ."

કૉપર બ્રશ (Copper Brush) નાં સેટીંગમાં ઘણી સંભાળ રાખવાની જરૂર છે. એ જાતનાં બ્રશ ત્રાંબાંના તારની ગુંથેલી

જાલીનાં અથવા ત્રાંબાની પાતળી પટીઓનાં બનાવવામાં આવે છે, અને હવે એવાં બ્રશ ફક્ત જુની જાતના મશીનોમાંજ જોવામાં આવે છે. એને સેટ કરવા માટે કૉમ્યુટેટરના કૉલર ઉપર સામસામને બે મારકા કીધેલા હોય છે. બે પોલના ડાઇનેમોમાં બે બ્રશ હોય છે, જ્યારે ચાર પોલના ડાઇનેમોમાં ચાર બ્રશ હોય છે. જો બે પોલના ડાઇનેમોમાં બ્રશ ગોઠવવાના મારકા ભુસાઇ ગયા હોય તો કૉમ્યુટેટરના ઘેરાવાના બે સરખા ભાગ કરી ડાયામેટરની લાઇનમાં આવે તેવી રીતે બે મારકા કરી લેવા. એ પ્રમાણે જેટલાં બ્રશ હોય તેટલા એકસરખા ભાગ કૉમ્યુટેટરના ઘેરાવામાં કરી ત્યાં મારકા કરી લેવા. એ મારકાની લાઇનમાં બ્રશની ધાર રહે તેવી રીતે બ્રશ સેટ કરવામાં આવે છે. ઉપરનું બ્રશ મારકા મુજબ સેટ કરી કૉમ્યુટેટર ફેરવવું નહી, પણ તેજ હાલતમાં રાખી નીચેનું બ્રશ તેના મારકાની લાઇનમાં ગોઠવી કલેમ્પ તાઇટ કરી લેવા.

કૉપર બ્રશ કારબન બ્રશ કરતાં વધારે ખર્ચાળ હોવા ઉપરાંત તે ઘસાઇને તેમાંથી નિકળતી ત્રાંબાની બારીક રજકણો કૉમ્યુટેટરને ઘશી નાખે છે, એટલુંજ નહી પણ આસપાસ ઉડી કૉમ્યુટેટરના જૂદા જૂદા ખંડ અથવા સેગમેન્ટો (segment) ને શૉર્ટ સરકીટ કરી નાખે છે, જેથી ચિંગારી ઘણી પડે છે. કારબન કરતાં કૉપરની કન્ડકટિવિટિ વધારે હોવાથી ઘણા મોટા કરન્ટનાં અને થોડા વૉલ્ટનાં મશીનમાં તે વપરાય છે, પણ હાઇ વૉલ્ટેજ અને લો એમ્પીઅરેજ માટે કારબન બ્રશ વપરાય છે.

કૉપર બ્રશની બેરીંગ કૉમ્યુટેટર ઉપર એક સરખી લાગવી જોઇએ. કૉપર બ્રશની કૉમ્યુટેટર ઉપર લાગતી ધાર ઘણી પોહળી પણ નહી હોવી જોઇએ તેમ તે ઘણી સાંકડી પણ નહી જોઇએ. બ્રશની બેરીંગની પોહળાઇ કૉમ્યુટેટર ઉપર એટલી હોવી જોઇએ કે તેમાં ચિત્ર નાં૦ ૮૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે કૉમ્યુટેટરનો એક આખો સેગમેન્ટ, વચ્ચેના એક ઇન્સ્યુલેશનની કાળી પટી, અને બીજા



ચિત્ર નાં૦ ૮૮.

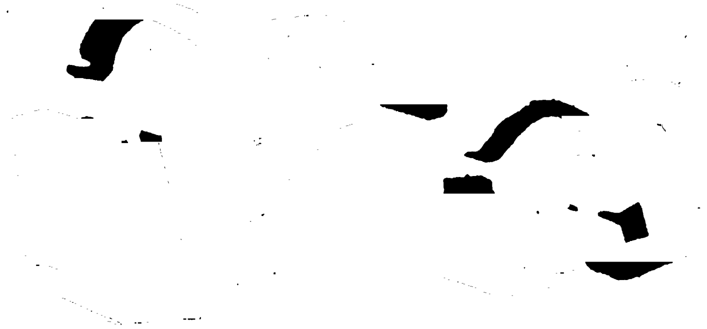
કૉપર બ્રશ.

સેગમેન્ટનો ⅔ મો ભાગ સમાઇ જાય; એટલે કે બ્રશની બેરીંગની પોહળાઇ કૉમ્યુટેટર ઉપર કૉમ્યુટેટરના સવા સેગમેન્ટની બરાબર હોવી જોઇએ. જો લાંબો વખત ચાલ્યા પછી બ્રશ ઘસાઇને તેની બેરીંગ પોહળી થઇ જાય તો બ્રશની આગલી ધાર કાણુસ વડે ઘસી નાખી બુઠ્ઠી કરી નાખવી જોઇએ. જો કૉમ્યુટેટરની પોહળાઇ કરતાં બ્રશની સામટી પોહળાઇ થોડીક કમી હોય તો ઉપલાં બ્રશ એક તરફ અને નીચલાં બીજી તરફ એવી રીતે બાંધવાં કે જેથી કૉમ્યુટેટરની આખી પોહળાઇમાં બ્રશ લાગુ રહે. કૉમ્યુટેટર ઉપર કૉપર બ્રશની જે બેરીંગ લાગુ રહે છે તેના એરીઆના દર સ્કવેર ઇંચ દીઠ ૧૫૦ થી ૨૦૦ એમ્પીઅર કરન્ટ ખપે એટલું જાડું અને પોહળું કૉપર બ્રશ પસંદ કરવામાં આવે છે.

કૉપર બ્રશને કાણુસ મારવા માટે ડાઇનેમોના મેકરો ખાસ કલેમ્પ મશીનની સાથેજ મોકલે છે. તે કલૅમ્પમાં બ્રશને પકડીને તેમાં રાખેલા ખુણા મુજબ બ્રશની ધાર ઘસી નાખવાથી બ્રશ તેનાં ખરાં એન્ગલ (angle) માં કૉમ્યુટેટર ઉપર બેસે છે. એ એન્ગલ અથવા ખુણું ઘણુંખરૂં ૪૫ ડીગ્રીનું હોય છે. બ્રશને કાણુસ મારવા માટે કલેમ્પમાં પકડીને તે કલૅમ્પને વાઇસમાં પકડવામાં આવે છે, અને પછી નવી સ્મુથ ફાઇલ વડે હાથના એકવડા સ્ટ્રોકથી ફાઇલ મારવામાં આવે છે, યાને બ્રશ ઉપર ફાઇલ પાછળ ઘસવામાં આવતી નથી, પણ ફાઇલનો સ્ટ્રોક આગળી બાજુએ મારીને ફાઇલ બ્રશ ઉપરથી ઉંચકી લઇ પાછો તેવોજ સ્ટ્રોક મારી ઘસવામાં આવે છે. એવી રીતે ઘસતાં સંભાળ રાખવી જોઇએ કે બ્રશની ધાર બધી બાજુએ એક સરખી પોહળાઇની રહે, તેમજ આગળી ધાર કાણુસવડે કાપી નાખી બુઠ્ઠી કરી નાખવી જોઇએ, અને જ્યારે બ્રશ કૉમ્યુટેટર ઉપર પાછું બાંધવામાં આવે ત્યારે તેની આખી પોહળાઇ કૉમ્યુટેટર ઉપર લાગુ રહેલી હોવી જોઇએ.

કારબન બ્રશ (Carbon Brush) કૉપર બ્રશ કરતાં વધુ પસંદ કરવા જોગ છે કારણ કે એ વાપરવાથી કૉમ્યુટેટર ઘસાતું નથી પણ ફક્ત બ્રશજ ઘસાય છે, જે સહેલાઇથી બદલી શકાય છે. વળી કારબન બ્રશને કૉપર બ્રશની માફક અવારનવાર કાહડીને કાણુસ મારવી પડતી નથી. એક વખત એના મારકા ઉપર કારબન બ્રશ

સેટ કીધા પછી લાંબો વખત તેઓ ચાલે છે, અને ઘસાઇ જવા છતાં મારકાથી બહાર નીકળી જતાં નથી. એ કારબન બ્રશ કારબનના નાના ચોરસ ટુકડાઓના બનાવવામાં આવે છે, જેઓને ત્રાંબા અથવા પીત્તળના બ્રશ હોલડરમાં પકડવામાં આવે છે. જ્યારે નવાં કારબન નાખવાના હોય ત્યારે કૉમ્યુટેટરની ગોળાઇની બરાબરની ગોળાઇ કારબન



ચિત્ર નાં૦ ૮૯.
કારબન બ્રશ હોલ્ડર

ઉપર રાખવી જોઇએ, જે માટે સર્વથી સહેલ રીત એ છે કે કૉમ્યુ-ટેટર ઉપર રફ એમરી પેપર ઉંધું પકડી તે ઉપર કારબન બ્રશ તેના હોલડરમાંજ તાઇટ પકડેલું ને દાબેલું રાખી એમરી પેપર આગળ પાછળ ખેંચ્યા કરવું, જેથી કૉમ્યુટેટરની ગોળાઇની બરાબર કારબન બ્રશનું તળિયું ઘસાઇ જાઇને ગોળ થઇ જશે. યાતો રફ એમરી પેપર કૉમ્યુટેટર ઉપર ઉંધું (એટલે એમરીવાળી બાજુ ઉપર આવે તેમ) બાંધી તે ઉપર કારબન બ્રશ દાબેલું રાખી ડાઇનેમોને ધીમે ધીમે હાથે ફેરવવો.

કારબન બ્રશનું બ્રશ હોલ્ડર (Brush Holder) ચિત્ર નાં૦ ૮૯ માં બતાવ્યું છે. ખાસ બનાવેલાં બ્રશ હોલડરમાં કારબન ઢીલાં મૂકવામાં આવે છે, અને સ્પ્રીંગનાં દબાણથી તે કૉમ્યુ-ટેટર ઉપર દબાયલાં રહે છે, અને જેમ જેમ ઘસાતાં જાય છે તેમ તેમ નીચે ઉતરે છે. ઘણાં નરમ જાતનાં કારબનનાં બ્રશ વાપરવાથી કૉમ્યુટેટર ઉપર કાળું મેંશ જેવું પડ થાય છે તેથી ચિંગારી (sparks)

ઘણી પડે છે. એવાં નરમ જાતનાં બ્રશ માત્ર ઓછા વોલ્ટેજ માટેજ વપરાય છે. કારબન બ્રશના ઉપલા ભાગ ઉપર પાતળી ત્રાંબાની પત્રી ચઢાવેલી હોય છે, જેથી હોલ્ડરમાં તેઓ બરાબર ઇલેક્ટ્રીકલ સંબંધ ધાતુ સાથ ધાતુનો રાખી શકે. ત્રાંબાં કરતાં કારબનનો રીઝીસ્ટન્સ ઘણો વધારે હોવાથી એની બારીક રજકણો કૉમ્યુટેટર ઉપર ઉઠીને આજુ-બાજુના કન્ડકટરના સેગમેન્ટોને શૉર્ટ સરકીટ કરતી નથી. અને કારબન બ્રશ વાપરવાથી ચિંગારી બિલકુલ પડતી નથી, તેમજ મોટર કે ડાઇનેમો એક યા બીજી તરફ સહેલાઇથી ફરી શકે છે, કે જેમ કૉપર બ્રશ સાથે થઇ શકતું નથી. કોઇવાર કારબન બ્રશ હોલડરમાં ભાંગી જાય, અથવા ટુકડો ખરી પડે ત્યારેજ કારબન બ્રશ તકલીફ આપે છે, નહી તો એક વખત નાખેલાં કારબન બ્રશો ઘણો લાંબો વખત વગર ચિંગારી પડવે ચાલે છે. મોટાં મશીનોમાં એક મોટા ટુકડાને બદલે નાના નાના ઘણા ટુકડાઓનાં બ્રશની લાઇન બનાવેલી હોય છે, જેઓનાં હોલ્ડર પણ જૂદાં જૂદાં હોય છે, અને ચાલુમાં એકાદ કારબન બ્રશ ભાંગી જતાં કે તકલીફ આપતાં તે મશીન બંધ કીધા વગર કાહડીને બદલી શકાય છે.

ગ્રેફાઇટ બ્રશ (Graphite Brush)—આ જાતનાં બ્રશ લખવાની પેનસીલમાં વપરાતી ગ્રેફાઇટ અથવા પ્લમબેગો (plumbago) નાં બનાવવામાં આવે છે. એમાં બે જાત આવે છે: મેટલ ગ્રેફાઇટ અને પ્લેન ગ્રેફાઇટ. મેટલ ગ્રેફાઇટનાં બ્રશ ત્રાંબાંનો ઘણોજ બારીક ભૂકો ગ્રેફાઇટ સાથે મેળવી ઘણા મોટા પ્રેસરે દાબીને બનાવવામાં આવે છે, જેથી તેની કન્ડકટિવિટિ વધે છે. ગ્રેફાઇટનાં બ્રશ ઘણાં નરમ હોય છે અને સેલ્ફ-લુબ્રીકેટીંગ (self-lubricating) કહેવાય છે-માટે એને કોઇ જાતના ચિકાશની જરૂર પડતી નથી. જેમ કારબન બ્રશને સાફ કરી સહેજ વેસેલીન (vaseline) લગાડવાની જરૂર પડે છે, તેમ ગ્રેફાઇટ બ્રશને જરૂર પડતી નથી; પણ એ બ્રશ ઘણાં નરમ હોવાથી કોમ્યુટેટરના કન્ડકટરો વચ્ચે જે અબરખ (mica) નું ઇન્સ્યુલેશન હોય છે તેને બરાબર ઘસી નાખતાં નથી, માટે કૉમ્યુટેટરની સપાટી એક સરખી સાફ સુંવાળી ઘસાતી નથી. એ જાતનાં બ્રશો રોતેરી કનવરટર (rotary converter) નામના જોડયા ડાઇનેમોમાં વપરાય છે. જેમાં બે કોમ્યુટેટરો હોય છે, અને એક છેડે ડી. સી. અને બીજે છેડે એ સી. કરન્ટ ઉત્પન્ન થાય છે. ગ્રેફાઇટ બ્રશ વાપરવાનાં હોય ત્યારે કોમ્યુટેટરના

કન્ડકટરો વચ્ચેનાં માઇકાનું ઇન્સ્યુલેશન આસરે ૧/૩૨ ઉંડાઇ સુધીનું સંભાળથી ઓખવી યા કાપી કાહડવું પડે છે, જે માટે લાકડાંની બે ગાઇડો વચ્ચે ચાલતી પાતળી કરવત વપરાય છે. મોટાં મશીનોમાં તો એક નાના ઇલેકટ્રીક મોટરથી ચાલતી નાની સરકયુલર સૉ (circular saw) અથવા ગોળ કરવત વડે આ કામ વધારે સહ્લાઇથી થઇ શકે છે.

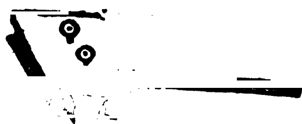
કૉપર બ્રશને બદલે કારબન બ્રશ વાપરવાં હોય તો તે માટે કૉમ્યુટેટરની લંબાઇ વધુ રાખવી પડે છે, કારણકે ચોક્કસ કરન્ટ ખેંચવા માટે કૉપર કરતાં કારબનની સપાટી વધુ જોઇએ છે. નરમ કારબન માટે દર ૫૦ એમપીયર દીઠ એક સ્કવેર ઇંચ કારબન બ્રશની બેરીંગ કૉમ્યુટેટર ઉપર લાગવી જોઇએ. જે ડાઇનેમોમાં કૉપર બ્રશથી ઘણીજ ચિંગારીઓ પડતી હોય તેમાં કારબન બ્રશ નાખવાથી ઘણો ફાયદો થાય છે. પણ કારબન બ્રશ નાખવા અગાઉ કૉમ્યુટેટરને લેથ ઉપર ચહડાવી તર્ન કરી તેમાં પડેલા બધા ખાડા કાહડી નાખી તેને તદન સાફ અને સીધું તથા ટ્રુ કરવાની અગત છે. એક મોટો પુરાનો ડાઇનેમો કે જેનું કૉમ્યુટેટર ઘસાઇ જઇને ડાયામેટરમાં એક ઇંચ ઓછું થઇ ગયું હતું તેમાં કૉપર બ્રશ હોવાથી પુશકળ ચિંગારીઓ પડતી હતી, જેથી આ લખનારે કૉપર બ્રશ કાહડી નાખીને તેને બદલે કારબન બ્રશ નાખવાથી ચિંગારી બીલકુલ બંધ થઇ ગઇ, અને કૉમ્યુટેટર જે ઘસાઇને તેની શાફ્ટીંગના કૉલરની બરાબર થઇ ગયું હતું તે બીજાં ઘણાં વરસો સુધી ચાલ્યું. જો કારબન બ્રશ નહી નાખવામાં આવતે તો થોડા મહીનામાં કૉમ્યુટેટર બદલી નવું નાખવાની ફરજ પડતે, કારણકે રોજ તે વધુ અને વધુ ઘસાતું જતું હતું અને હવે વધુ તર્ન કરવાની તેમાં ગુંજાશ રહી હતી નહી.

એ કારબન બ્રશનો ડીઝાઇન એવો કર્યો હતો કે જેથી ડાઇનેમોના બ્રશ હોલડરમાં કાંઇબી ફેરફાર કરવો પડયો હતો નહીં. એ ડીઝાઇન ચિત્ર નાં૦ ૯૦ માં બતાવ્યો છે. જે કલેમ્પમાં કૉપર વાયરના જાળીદાર બ્રશ પકડવામાં આવતાં હતાં તેજ કલેમ્પમાં એ કારબન બ્રશના હોલ્ડર પણ પકડયાં, જે માટે એ કારબન બ્રશ હોલ્ડર કૉપર વાયર બ્રશની સાઇઝનાંજ લંબાઇ, પોહળાઇ અને જાડાઇમાં બનાવ્યાં; એટલે અગાઉ ૨ ઇંચ પોહળાં અને ૩/૮ ઇંચ જાડા કૉપર

વાયરનાં બ્રશ વપરાતાં હતાં, માટે ૨×૩/૪ ઇંચની ત્રાંબાની પ્લેટ ઢાળીને તેને એક છેડે કારબન બ્રશના ટુકડા પકડવા માટે ડવતેલ (dovetail) ખાંચેા રાખ્યેા, જે દરેકમાં એક ઇંચ લાંબા અને ૩/૪ ઇંચ પેાહળા એ કારબનના ટુકડા સ્ક્રુ વડે પકડી તાઇટ કીધા, અને કૅાપર બ્રશ પકડવાની કલેમ્પમાંજ હમેશ મુજબ બેસાડયા.

કારબન બ્રશની સાઇઝ (Size of Carbon Brushes) એટલી રાખવામાં આવે છે કે તેની કૅામ્યુટેટર ઉપરની બેરીંગ (contact surface) ના સ્કવેર ઇંચ દીઠ ૩૫ એમ્પીઅર કરન્ટ ખપે, જો કે ઘણે ઠેકાણે ૩૦ થી ૪૦ એમ્પીઅર સુધી દર સ્કવેર ઇંચ દીઠ રાખવામાં આવે છે, સારા મેકરનાં મશીનેામાં ૨૫ એમ્પીઅરે એક સ્કવેર ઇંચ હેાય છે. કારબન બ્રશની જાડાઇ કૅામ્યુટેટરના બે થી ત્રણ સેગમેન્ટ જેટલી રાખવામાં આવે છે.

કારબન બ્રશનેા અવાજ—ચાલુમાં કારબન બ્રશ કૅામ્યુટેટર ઉપર ઘસાતાં ઘણી વેળા ચુંચું અવાજ કરે છે, તે દુર કરવા માટે કારબનના ટુકડાઓને હેાલડરમાં બેસાડવા અગાઉ ધીમી આગમાં લાલ રંગે ગરમ કરી સ્પીનડલ ઑઇલમાં ડુબાડી ઠંડા કરવા અને પછી કામમાં લેવા.



ચિત્ર ના૦ ૯૦.
કારબન બ્રશ.

કારબન બ્રશ ગરમ થવાનું કારણ એ છે કે કારબનનેા રીઝીસ્ટન્સ ઘણેા હેાય છે. જો કૅામ્યુટેટર કરતાં બ્રશ વધારે ગરમ થતાં હેાય તેા બ્રશની લંબાઇ (ઉંચાઇ) ઓછી કરવી, અથવા કારબનના ટુકડા સાથે નરમ ત્રાંબાની પ્લેટનેા ટુકડેા હેાલ્ડરમાં સાથે પકડવેા. બને તેા કારબનના ટુકડાની સાઇઝ મેાટી લેવી એટલે જાડાઇ વધારવી, જેથી કૅામ્યુટેટર ઉપર બ્રશની જે સપાટી લાગુ રહે તેના દર સ્કવેર ઇંચ દીઠ ૨૫ થી ૩૦ એમ્પીઅર કરન્ટ તેમાંથી પસાર થાય.

કૅામ્યુટેટર ઉપર બ્રશનું દબાણ ઘણું પડવું નહી જોઇએ. બ્રશની સ્પ્રીંગેા ઘણી તાઇટ રાખવાથી કૅામ્યુટેટર તથા બ્રશ જલ્દી ઘસાઇ જાય છે, તથા કૅામ્યુટેટરમાં ખાડા પડી જવાથી ચિંગારીઓ ઘણી પડે છે, તેમજ એ સ્પ્રીંગ ઘણી ઢીલી રાખવાથી બ્રશ

કૉમ્યુટેટર ઉપર બરાબર લાગુ રહેતું નથી પણ વારંવાર ધ્રુજ્યા કરે છે, જેથી પણ ઘણી ચિંગારી પડે છે. એ માટે એ સ્પ્રીંગ મધ્યમ રીતે તાઇટ રાખવી જોઇએ. બ્રશને એકજ જગાએ હમેશાં બાંધી નહી રાખતાં તેઓને એક છેડેથી બીજે છેડે ખસાડયા કરવાં જોઇએ કે જેથી કૉમ્યુટેટર બધી બાજુએ ફરતું એકસરખું ઘસાય અને તેમાં એકજ ઠેકાણે ખાડો (ગ્રુવ) પડી જાય નહી. સ્પ્રીંગનો પ્રેસર કૉપર બ્રશમાં આસરે દર સ્કવેર ઇંચ બ્રશની બેરીંગ દીઠ એકથી સવા પાઉન્ડ અને કારબન બ્રશમાં દોહડથી બે પાઉન્ડ રાખવામાં આવે છે. જો કોઇ બ્રશ બીજાં બ્રશ કરતાં વધારે ગરમ થયલું માલમ પડે તો તેની સ્પ્રીંગનું દબાણ તુરત ઓછું કરી નાખવું. બધાં બ્રશોની સ્પ્રીંગ એકજ સરખાં દબાણથી તાઇટ કરવી, જેથી બધાં બ્રશોનું કૉમ્યુટેટર ઉપર એકજ સરખું દબાણ પડે.

બ્રશની લીડ (Lead of the Brushes)–ડાઇનેમો ચાલુ કીધા પછી જો કૉમ્યુટેટરમાંથી ઘણી ચિંગારીઓ પડતી હોય તો બ્રશ હોલડરનો હેન્ડલ પકડીને બ્રશોને આગળ યા પાછળ સહેજ ફેરવી એવી જગાએ રાખવામાં આવે છે કે જેથી ચિંગારી બીલકુલ નહી પડે, યા ઘણીજ થોડી પડે. આને બ્રશની લીડ કહે છે. એ લીડ શોધી કાહડવાની સહેલ રીત એ છે, કે જો ચિંગારી (spark) ઘણી પડતી હોય તો જે તરફ કૉમ્યુટેટર ફરતું હોય તે તરફ બ્રશ હોલડર સહેજ ફેરવી જોવું અને જે જગ્યાએ ચિંગારી બીલકુલ નહી પડે યા ઘણી ઓછી પડે તે જગાએ રાખીને હેન્ડલ તાઇટ કરી લેવું. જો આગળી બાજુએ હોલડર ફેરવતાં ચિંગારી વધુ પડવા માંડે તો પાછલી બાજુએ ફેરવી જોવું, અને એ પ્રમાણે આગળ કે પાછળ જે જગામાં ચિંગારી થોડી પડે તે જગામાં કાયમ રાખવું. બ્રશ માટે કેટલી લીડ રાખવી તેના માર્કા બ્રશ હોલ્ડરની બાજુ ઉપર મેકર તરફથી કરેલા આવે છે. સીરીઝ ડાઇનેમોમાં બ્રશ માટેની લીડ ચોકકસ હોતી નથી. શન્ટ અને કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમોમાં જેમ જેમ લોડ (load) વધતો જાય તેમ તેમ બ્રશનાં હોલડર કૉમ્યુટેટર જે તરફ ફરતું હોય તે તરફ જરા જરા ફેરવતા જવામાં આવે છે, અને લોડ ઓછો થતો જાય તેમ તેમ ઉલટી તરફ ફેરવતા જવામાં આવે છે. આ રીત ઇલેકટ્રીક મોટરને પણ લાગુ પડે છે; પણ મોટરમાં લીડ ઉલટી તરફ

એટલે જે દિશામાં મોટર ફરતો હોય તેની ઉલટી દિશામાં આપવી પડે છે.

કૉમ્યુટેટરને તર્ન કરવાની જરૂર (Turning of Commutator) પડે તો ડાઇનેમોની શાફ્ટીંગને સંભાળથી બાહેર કહાડી તેના આરમેચર ઉપર મજબુત કાગળ અને કપડું સફાઇથી વિંટાળીને બાંધી લેવું કે જેથી તર્ન કરતી વખતે ત્રાંબાની રજકણો તેમાં જાય નહી. આરમેચરના કોઇબી તાર ઉપરનું ઇન્સ્યુલેશન અથવા રબરનું પડ કેઠે ઘસારો લાગવાથી ઓખવાઇને નિકલી નહી જાય તેની સંભાળ રાખવી. પછી ઘણાં અણિઆળાં તુલ વડે લેથમાં બારીક કટ લેવી. એ માટે ગોળ પોહળી ધારનું તુલ કદી વાપરવું નહી. જ્યારે કૉમ્યુટેટરમાં પડેલા ખાડા નિકલી રહે અને તે બરાબર ટ્રુ થઇ રહે ત્યારે પહેલ્લાં સ્મુથ ફાઇલ વડે અને ત્યાર પછી ૦૦ નંબરના બારીક સેન્ડ પેપર વડે ખુબ પોલીશ કરવું. પછી કાગળ તથા કપડું છોડી નાખી હાથની ઢમણથી હવા ફુંકી આરમેચરના તારોની વચ્ચેની જગામાં ભરાયલો કચરો, ધુળ વગેરે ઉડારી નાખવો, અને જે જગાએ આરમેચરના તારના છેડા કૉમ્યુટેટર સાથે સોલડરથી જોડેલા હોય છે તે જગા ઉપર લાખનું બનાવેલું (shellac) વારનીશ લગાડવું. કૉમ્યુટેટરને વારંવાર તર્ન કરવું પડતું હોવાથી તે તર્ન કરવા છતાંબી કામ આપી શકે તે માટે પહેલ્લાંથીજ તેની ડાયામેટર થોડી વધારે રાખેલી હોય છે.

કૉમ્યુટેટર ઉપર તેલની કાંઇબી જરૂર નથી. તે છતાં જો કૉપર બ્રશ ત્રાંબાની પટીઓનાં બનાવેલાં હોય અને કૉમ્યુટેટરમાં ખાડા પડતા હોય તો વેસેલીન (vaseline) અથવા સારી જાતનું સ્પીનડલ ઑઇલ સહેજ વાપરવું. એ માટે એક સાફ મલમલનાં કપડાં ઉપર થોડાં ટીપાં તેલ અથવા વેસેલીન લગાડી તે કપડાંનો કુચો કરી કૉમ્યુટેટરને ચાલુમાં લગાડવો, અને પછી બીજાં સાફ કપડાં વડે તુરત નુછી નાખવું. એ કામ માટે કોઇબી જાતનું વનસપતીનું કે જાનવરનું તેલ વાપરવું નહી. જે ફેકટરીઓમાં આટો, ખાંડ, ચુનો, વગેરે પીસવામાં આવતાં હોય ત્યાં મોટર કે ડાઇનેમો ચાલુ કરવા અગાઉ કૉમ્યુટેટરને થોડાંક ટીપાં બેનઝોલીન (benzolene) થી પહેલ્લાં સાફ કરી પછી ૦૦ નંબરનાં સેન્ડ પેપરથી પૉલીશ કરવું. કૉમ્યુટેટર સાફ

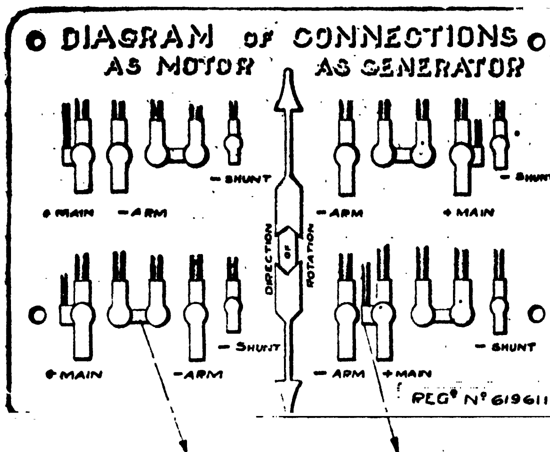
કરવા માટે સુતરનો વેસ્તનો ડુચો વાપરવો નહી પણ કપડું જ વાપરવું. કોઇ હલકા મેકરનાં કૉમ્યુટેટરના સેગમેન્ટો વચ્ચે અબરખ (mica) નાં ઇન્સ્યુલેશનને બદલે એસબેસતાસ કાગળ અથવા સ્ત્રોબૉર્ડ (ઘાસનાં પૂઠાંનાં કાગળ)નાં ઇન્સ્યુલેશન હોવાથી એવાં કૉમ્યુટેટર ઉપર જરાબી તેલ નામતાં તે એવાં કાગળમાં ચુશાઇ જઇને ઇન્સ્યુલેશન જાથુકનાં ખરાબ થઇ જવાનો સંભવ હોય છે. માટે એવાં કૉમ્યુટેટર ઉપર તેલ નહી વાપરતાં લુબ્રીકેશન માટે ફ્રેન્ચ ચાકનો બારીક પાઉડર છાંટવો, અને તુરત લુંછી નાખવું.

પ્રકરણ—૨૩

ડાયરેક્ટ કરન્ટ મોટર

DIRECT CURRENT MOTORS.

ઇલેક્ટ્રીક મશીન (Electric Machine)—ઇલેક્ટ્રીક મોટર અને ડાઇનેમો અથવા જેનેરેટરની બનાવતમાં હવે કાંઇબી ફરક રાખવામાં આવતો નથી. કારણ કે હવે એક જેનેરેટર મોટર તરીકે ચલાવી શકાય છે. એ ફેરફાર માટે માત્ર થોડાંક કનેકશનો ફીલ્ડનાં તથા બ્રશ ગીઅરનાં બદલવાં પડે છે, અને હવે લગભગ બધા મેકરોનાં ઇલેક્ટ્રીક મશીનો મોટર તરીકે અથવા જેનેરેટર તરીકે ચલાવી શકાય છે. જાણીતા મેકરો મેસર્સ મેથર એન્ડ પ્લૅટ (Mather and Platt) તો પોતાનાં મશીનો ઉપર બાહેર દેખાતી જગામાં એક લોહડાંની કાસ્ટ કીધેલી તખ્તી મારે છે જે ચિત્ર ના૦ ૯૧ માં બતાવી છે, એ ઘણીજ સગવડ ભરેલી હોય છે, અને વિજળીને લગતું ઝાઝું જ્ઞાન નહી ધરાવનારાઓને પણ એક મશીનને મોટર કે જેનેરેટર તરીકે તેમજ ઉલટી કે સીધી ચાલે ચલાવવા માટે કેવી રીતે કનેકશનો કરવાં તે સાફ દેખાડે છે. એ તખ્તીમાં વચ્ચે જે ↕ આવો ડબલ તીર દેખાડયો છે તે મશીનની ચાલ બતાવે છે; અને મશીનને મોટર તરીકે ચલાવવું હોય તો તેના કનેકશનો ડાબી બાજુએ બતાવ્યાં છે અને જો જેનેરેટર અથવા ડાઇનેમો તરીકે ચલાવવું હોય તો તેનાં કનેકશનો જમણી બાજુએ બતાવ્યાં છે. જો મશીનને સીધી ચાલે ચલાવવું હોય તો ઉપલા ભાગમાં આપેલાં કનેકશનો પ્રમાણે કનેકશનો



ચિત્ર નાં૦ ૯૧.

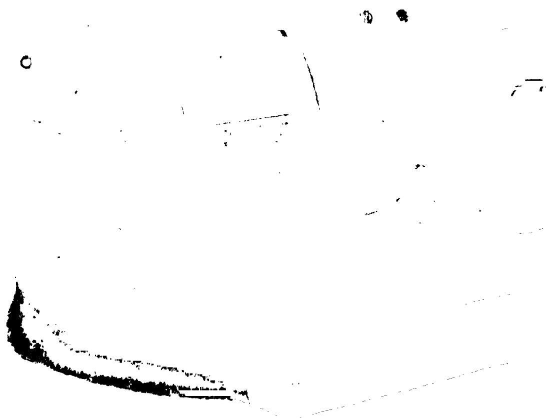
મેથર એન્ડ પ્લૅટનાં મશીનો ઉપર મારવામાં આવતી કનેકશનો દેખાડનારી તખ્તી.

જોડવાં અને ઉલટી ચાલે ચલાવવું હોય તો નીચલા ભાગમાં આપેલાં મુજબ કનેકશનો કરવાં. કેટલાક મેકરો મશીનો સાથે એવી સુચનાઓનાં છાપેલાં કાગળો આપે છે, જે ખોવાઇ જવાથી ગુચવાડો થાય છે; તેને બદલે આવી જાતની જાથુકની ગોઠવણ વધુ પસંદ કરવા જોગ છે.

ઇલેકટ્રીક મશીનની ગોઠવણ માંગો તેવી મળી શકે છે—એટલે કે એ મશીનો તદન બંધ, ખુલ્લાં, થોડાંક બંધિઆર, અથવા તેઓમાં હવાનો આવજાવ રાખી શકાય તેવાં વેન્ટીલેટેડ (ventilated) બનાવી શકાય છે, જેથી જ્યાં મશીન મુકવાનાં હોય ત્યાંની આજુબાજુની હાલતને અનુસરતાં મશીનો પસંદ કરી શકાય છે.

ખુલ્લાં મશીનો (Open Machines)—આ જાતનાં મશીનો ઘણાં જોવામાં આવે છે, જેઓમાં કોમ્યુટેટર ખુલ્લું દેખાય છે, તથા મશીનના બન્ને છેડા ખુલ્લા હવા આવજાવ કરી શકે તેવા રાખેલા હોય છે. આવાં મશીનો ઠંડાં ચાલે છે, પણ તેઓમાં ધૂળ કચરો વગેરે ચોંટીને જમા થવાનો ઘણો સંભવ હોય છે. ખુલ્લાં મશીનો ૬ કલાક ફુલ લોડે ચાલ્યા પછી તેઓની ટેમ્પરેચર બાહેરની હવાની ટેમ્પરેચર ઉપરાંત ૭૦ ડીગ્રીથી વધારે થવી નહી જોઇએ.

પ્રોટેકટેડ મશીનો (Protected Machines) માં કોમ્યુટેટરની આસપાસ ચિત્ર નાં૦ ૯૨ માં બતાવ્યા મુજબ સ્ટીલના પત્રાંની કેસીંગ (casing) કરવામાં આવે છે, જેથી કોમ્યુટેટર ઉપર કોઇ ચીજ પડે નહી અને તેનો સારો બચાવ રહે. એમાં વળી શાફ્ટીંગના છેડા પણ બંધ રાખવામાં આવે છે કે જેથી બેરીંગમાં ધૂળ કચરો જાય નહી. કેટલાક મેકરો મશીનની બાજુએ ચિત્ર નાં૦ ૯૩ માં બતાવ્યા પ્રમાણે જાળીનાં બારણાં પણ રાખે છે. મોટાં મશીનોમાં



ચિત્ર નાં૦ ૯૨

પ્રોટેકટેડ ડી. સી. મોટર (વેસ્ટીંગ હાઉસ)

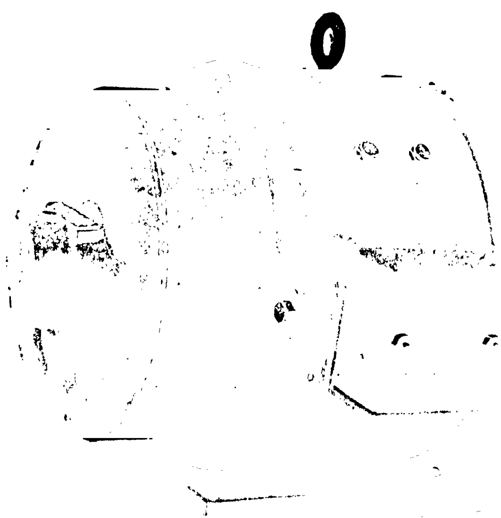
કેટલાક સારા મેકરો પુલી તરફના શાફ્ટીંગના છેડા ઉપર એક પંખો બેસાડે છે જેથી જ્યારે મશીન ચાલે ત્યારે તેના ફીલ્ડ મેગ્નેટ તથા આરમેચર ઠંડા રહે.



ચિત્ર નાં૦ ૯૩.

પ્રોટેકટેડ ડી. સી. મોટર (વેસ્ટીંગહાઉસ).

સદંતર બંધ મશીનો (Totally-Enclosed Machines)—આ જાતના મોટરો અને જેનેરેટરોને ચિત્ર નાં. ૯૪ માં બતાવ્યા મુજબ બધી બાજુએથી બિલકુલ બંધ કરી નાખવામાં આવે છે જેથી તેઓના ચાલુ ભાગો દેખાતા નથી. એવાં મશીનો ૬ કલાક ફુલ લોડે ચાલવા પછી તેઓની ટેમ્પરેચર બાહેરની ટેમ્પરેચર ઉપરાંત ૯૦ ડીગ્રીથી વધારે થવી નહી જોઇએ. એ બંધ મશીનો જલ્દી ગરમ થઇ જતાં હોવાથી એઓના પાવરમાં પહેલ્લાંથી સારી છૂટ રાખીને જોઇએ તે કરતાં ૧૦ થી ૨૦ ટકા અથવા વધુ પાવરના મશીન પસંદ કરવામાં આવે છે, જેથી તેઓ લાંબો વખત ચાલવા પછી ઘણાં ગરમ નહી થઇ જાય. એવાં મશીનોમાં પંખો પણ વાપરવામાં આવતો નથી, કારણ કે હવાનો આવવા જવાનો રસ્તો રાખેલો હોતો નથી. એનું કેસીંગ ઘણી સારી રીતે તદન ધૂળ કે પાણી નહી જાય તેવી રીતે પણ બંધ કરી શકાય છે. કેટલાક વોટરપ્રુફ મશીનોમાં કૉમ્યુટેટરને છેડે કેસીંગમાં એક છેદ રાખવામાં આવે છે, જે વાટેથી એક પંખો હવા ખેંચીને બીજે છેડે રાખેલાં છેદમાંથી બાહેર કાહડી નાખે છે, અને એ છેડા ઉપર પણ કવર ઢાંકવામાં આવે છે જેથી બાહેરથી પાણી ઉડીને અંદર જઇ શકે નહી.



ચિત્ર નાં૦ ૯૪.
સદંતર બંધ ડી. સી. મોટર (વેસ્ટીંગહાઉસ.)

પાઇપ વેન્ટીલેટેડ મશીનો (Pipe Ventilated Machines)-એવાં મશીનો સદંતર બંધિયાર કરીને તેઓના કૉમ્યુ-

ટેટર તરફને છેડે તેમજ પુલી તરફને છેડે પાઇપ જોડવાનાં કનેકશનો આપેલાં હોય છે, અને મશીનની શાફ્ટીંગની સાથેજ પંખો જોડેલો હોવાથી એક પાઇપમાંથી હવા અંદર ખેંચી બીજી પાઇપમાંથી બાહેર કાહડી નાખે છે. એ પાઇપોનાં મોહડાં કારખાનાંની બાહેર સગવડ પડતી જગાએ લઇ જઇને રાખી શકાય છે, જેથી કારખાનામાં ઉડતો કચરો મશીનની અંદર ચુશાઇ જવાની ફીકર રહેતી નથી.

મોટરની બાંધણી (Details of Construction)—સારા મેકરના મોટરો અને જેનેરેટરો તેના આપેલા લોડથી બમણા પાવરે થોડોક વાર ચલાવવા છતાં તેમાં ચિંગારી નહી પડે તેવી બનાવટના હોવા જોઇએ. એટલો બધો બમણો લોડ કાંઇ ચાલુ આપી શકાતો નથી, પરંતુ સહેજવાર (અરધી મીનીટ) તપાસ માટે આપીને તેની બાંધણી તપાસી શકાય છે. સારા મેકરના મોટરો અને જેનેરેટરો સેંકડે ૨૫ ટકા ઓવરલોડ આસરે એક બે કલાક સુધી ઘણા ગરમ થવા વગર આપી શકે છે અને મોટરનાં વાઇન્ડીંગોનું ઇન્સ્યુલેશન ગરમ હાલતમાં ૨૦૦૦ વોલ્ટના ઓલટરનેટીંગ કરન્ટથી ટૅસ્ટ કરી જોવામાં આવે છે.

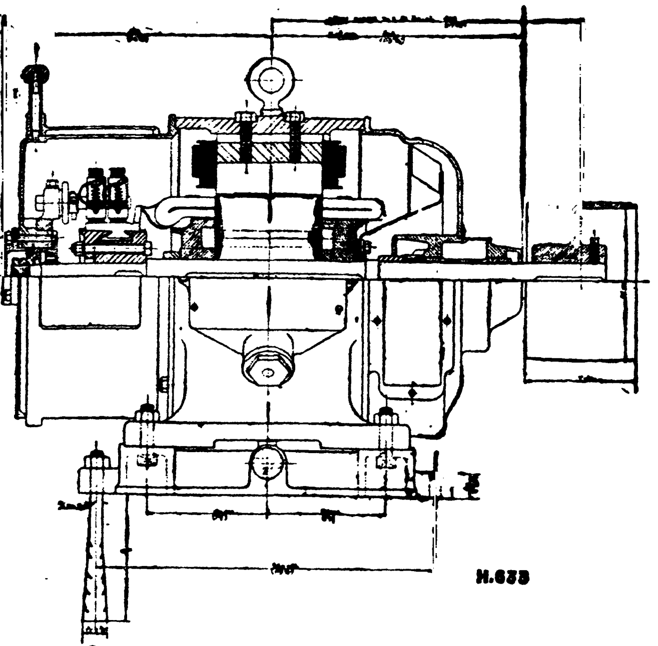
મોટરની ફ્રેમ (Frame) સારી જાતનાં મેગ્નેટીક કાસ્ટ સ્ટીલની બનાવવામાં આવે છે. મેન પોલ બધા લેમીનેટેડ (laminated) સ્ટીલનાં પત્રાંના કાપી કાહડી એક બીજા ઉપર ચોડ કરી જોડીને બનાવેલા હોય છે. ફીલ્ડ કૉઇલ સારીજાતના મેકરો પોલ ઉપર એવી રીતે બેસાડે છે કે જેથી તેઓને સેહલાઇથી કાહડાને તપાસી શકાય છે. ફીલ્ડ વાઇન્ડીંગ સારી રીતે વારનીશ પાયલું (impregnated) ભિનાશ ચુશી નહી શકે તેવું રાખવું જોઇએ.

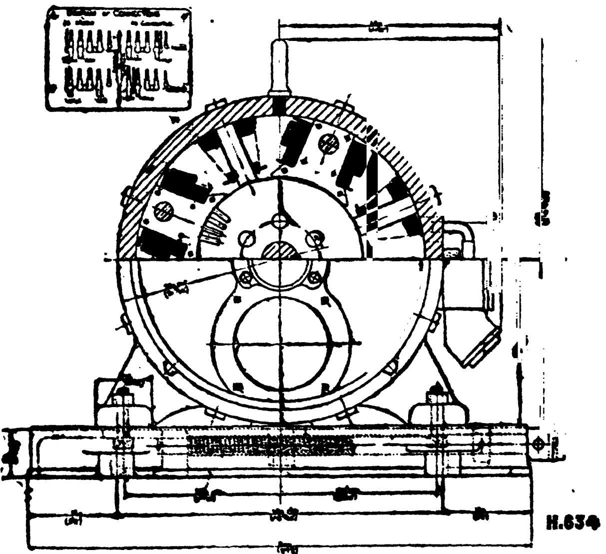
બેરીંગ (Bearings)—મેથર એન્ડ પ્લૅટ અને બીજા કેટલાક સારા મેકરો ડી. સી. મશીનની કૉમ્યુટેટર તરફની બેરીંગમાં બૉલ બેરીંગ આપે છે, અને પાછલી બેરીંગ સાધારણ ગનમેટલ બુશની પોતાની મેળે તેલ મળ્યા કરે તેવી રીંગ લુબ્રીકેશનવાળી આપે છે. બૉલ બેરીંગ સાથે ચરબી વાપરવાથી કૉમ્યુટેટર ઉપર તેલ ઉડવાનો બિલકુલ સંભવ રહેતો નથી. રીંગ લુબ્રીકેશનની બેરીંગમાં પણ ઓછામાં ઓછી બેરીંગો હોવી જોઇએ, અને તેમાંથી તેલ ઉડીને કે વહીને મશીનનાં વાઇન્ડીંગને ખરાબ નહી કરે તેવી જાતની ગોઠવણ તેમાં રાખેલી હોવી જોઇએ.

કૉમ્યુટેટર (Commutator)—સારા મેકરો કૉમ્યુટેટરને કાસ્ટ આયર્નના હબ (hub) અથવા ધરી ઉપર જોડે છે. કૉમ્યુટેટરના સેગમેન્ટ સખ્ત ખેંચેલાં (hard drawn) ત્રાંબાના બનાવવામાં આવે છે, અને તેઓને છેડેથી V જાતની રીંગની કલૅમ્પથી સીકડી રાખવામાં આવે છે. કૉમ્યુટેટરના સેગમેન્ટો વચ્ચે અબરખ અથવા મેગ્હોમીટ (megohmit) નામનાં ઇન્સ્યુલેશનની પટીઓ મૂકવામાં આવે છે, અને પછી તેને ભઠ્ઠીમાં સારી પેઠે ભૂંજીને તેમાંનો ભિનાશ વગેરે સુકાવી નાખવામાં આવે છે, અને કનેકશનો કરવા પહેલ્લાં તેમાં ૩૦૦૦ વોલ્ટનો કરન્ટ આપીને તેનું ઇન્સ્યુલેશન તપાસી જોવામાં આવે છે. તથા સારા મેકરોનાં મશીનોની બાંધણીમાં એવી સંભાળ રાખેલી હોય છે. કૉમ્યુટેટરની સ્પીડ દર મીનીટે ૩૫૦૦ ફીટથી વધુ રાખવાનું ઠીક નથી, કારણ કે ઘણી હાઇ સ્પીડે બશો અવાજ કરી સ્પાર્ક કરે છે. દર મીનીટે થતાં રેવોલ્યુશન્સને કૉમ્યુટેટરના સરકમફરંન્સ (ફીટમાં) સાથે ગૂણવાથી કૉમ્યુટેટરની સ્પીડ મલે છે.

આરમેચર (Armature)—સારા મેકરોના મશીનોમાં આરમેચર પાતળા સ્ટીલનાં લૅમીનેટેડ સ્લૉટવાળાં પત્રાંના બનાવી તેઓને એકબીજાંથી ઇન્સ્યુલેટેડ કરીને ખુબ દબાવીને કલૅમ્થી બાંધવામાં આવે છે. નાનાં મશીનોમાં એવું આરમેચર શાફ્ટ ઉપરજ ગોઠવેલું હોય છે, પણ મોટાં મશીનોમાં શાફ્ટ ઉપર એક જૂદું હબ (hub) ચહડાવીને તે ઉપર ગોઠવવામાં આવે છે, અને એજ હબના વધારા ઉપર કૉમ્યુટેટર પણ મૂકવામાં આવે છે. સારાં મશીનોમાં આરમેચરની સ્પીડ દર મીનીટે ૪૦૦૦ ફીટથી વધુ રાખવામાં આવતી નથી.

આરમેચર વાઇન્ડીંગ (Armature Windings) ઉપર મશીનના સારી રીતે કામ કરવાનો મોટો આધાર રહે છે. એનું ઇન્સ્યુલેશન ઘણી ઉમદા જાતનું પસંદ કરવામાં આવે છે અને દરેક તાર અને પટી ઉપર બરાબર રીતે ઇન્સ્યુલેશન ચહડાવી સુકાવીને વાપરવામાં આવે છે. પાછળથી આખું આરમેચર સુકાવીને તે ઉપર તેલ અને પાણીની અસર નહી થાય તેવું વારનીશ લગાડવામાં આવે છે. ભિનાશવાળી જગા માટે ખાસ વારનીશ પાયલાં (impregnated) વાઇન્ડીંગ કરી મંગાવવાં જોઇએ.





ચિત્રો નં૦ ૯૫ અને ૯૬.

મેથર એન્ડ પ્લૅટ મેકરના ડી. સી. મશીનનાં સેકશનલ ડ્રૉઇંગ.

બ્રશ ગીઅર (Brush Gear)—કારબન બ્રશ રાખવાનાં બ્રશ હોલ્ડર સખ્ત (rigid) અને ચાલુમાં ધ્રુજે નહી તેવાં હોવાં જોઇએ. તેઓના સ્પીનડલો ઉપર અબરખ કે સખ્ત કીધેલાં રબરનાં ઇન્સ્યુલેશનની ખોલી ચહડાવેલી હોય છે.

મોટરના પાવર (Rating of Motors)—દરેક મોટર ઉપર તેના પાવરને લગતી વિગતોની એક પ્લેટ લગાડેલી હોય છે; પણ એ પાવર માત્ર ચોક્કસ હાલતમાં તે મોટર કે ડાઇનેમોને ચલાવવાથી મળી શકે છે, જે બાબદ આ પુસ્તકમાં આગળ સમજાવ્યું છે. જો કોઇ મોટર ઉપર તેનો લખેલો પાવર ચાલુ (continuous) કામ માટે છે કે અવારનવાર ચાલુ બંધ થયા કરે છે તેવાં (intermittent) કામ માટે છે તે સાફ દર્શાવ્યું ન હોય તો તે ઘણું ખરૂં ચાલુ કામ માટે છે એમ સમજવામાં આવે છે. જેમકે એક ક્રેનને ચલાવનારો મોટર ૧૦ હૉર્સ પાવરનો માંડયો હોય તો તે મોટર કાહડીને ૧૦ હૉર્સ પાવર ખાતી કોઇ મશીનરીને ચલાવવા માટે વાપરી શકાય નહી, કારણ કે ક્રેન ભાર ઉંચકતી વખતે ઘણું તો માત્ર પંદર વીશ મીનીટ ચાલી પછી બંધ થાય, તેટલો વખત મોટરને ઠંડા થવાનો વખત મળે. ઉપર પાને માં લખ્યા મુજબ એક મોટરના કામ કરવાનો આધાર તેની ટેમ્પરેચર ઉપર રહે છે, માટે ઉપર આપેલી ટેમ્પરેચર કરતાં વધુ ટેમ્પરેચરે મોટર ચલાવવો નહી જોઇએ, અને મોટરની પસંદગી કરતી વખતે એ બાબદની જામીનગીરી તેના વેચનાર પાસેથી લેવી જોઇએ. રેટેડ કન્ટીન્યુઅસ લોડ ૬ કલાક ચાલુ કામ કરવા માટેનો હોય છે, અને રેટેડ ઇન્ટરમીટન્ટ લોડ માત્ર એક કલાક કામ કરવા માટેનો હોય છે—એટલે કે માત્ર એક કલાક ચાલ્યા પછી તેની ટેમ્પરેચર ઉપર લખેલી ટેમ્પરેચર કરતાં વધારે થવી નહી જોઇએ.

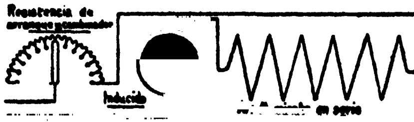
ઘણાક મોટરો માત્ર એક કલાક સુધી સેંકડે ૨૫ ટકા વધુ લોડ ખેંચી શકે છે, પણ સેંકડે ૫૦ ટકાનો ઓવર લોડ માત્ર એકજ મીનીટ ખેંચી શકે છે; પણ મોટરોને આટલા ઓવર લોડેડ કરવાની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી.

ડી. સી. મોટરનું વાયરીંગ (Wiring of D. C. Motors) સંભાળથી કરવાની જરૂર છે, એવી રીતે કે તેના

બન્ને પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ પોલ (pole) અથવા તાર ઉપર એક એક સ્વીચ અને ફ્યુઝ આવે. બે તાર ઉપર જૂદી જૂદી સ્વીચ મુકવામાં આવતી નથી, પણ ડબલ પોલ સ્વીચ ગોઠવવામાં આવે છે, જે જતા (lead) અને આવતા (return) તારનો સંબંધ એક્કી વખતે છોડી કે જોડી આપે છે. ઘણી વખતે ખોટી કરકસર કરવા માટે એક તાર ઉપર ફ્યુઝ અને બીજા ઉપર સ્વીચ અથવા સ્ટારટર રાખવામાં આવે છે, જે વાંધા ભરેલુ છે. આનો ગેરફાયદો એ છે કે જ્યારે સ્ટારટર બિગડી જવાથી મોટર બંધ નહી થાય, યા તો ફ્યુઝ ઉડી જાય ત્યારે સરકીટનો સંબંધ છોડી નાખવાનું બીજું કશું સાધન હોતું નથી.

ડી. સી. મોટરનાં વાયરીંગની ખરી રીત તો એ છે કે મેન વાયર પહેલ્લાં મેન સ્વીચમાં લઇ જવા, પછી ફ્યુઝમાં જોડવા, પછી મોટર સ્ટારટર અને સ્પીડ રેગ્યુલેટરમાં લઇ જવા અને છેલ્લાં મોટરના ટરમીનલ સાથે જોડવા, અને આખા સરકીટ ઉપર સ્વીચ અને ફ્યુઝ બન્ને પોલો ઉપર મૂકવી. આથી કરીને જ્યારે મેન સ્વીચ ઉઘાડી (છોડેલી) હોય ત્યારે ફ્યુઝ, સ્ટારટર, રેગ્યુલેટર કે મોટર ઉપર કાંઇબી કામ સલામતી સાથે કરી શકાય છે. મોટર સ્ટારટર ઉપર એક નો–વોલ્ટ રીલીઝ (no-volt release) ની ગોઠવણ જરૂર રાખવી જોઇએ, કે જેથી જ્યારે વિજળી આવતી કોઇ કારણસર અટકી પડે ત્યારે મોટર સ્ટારટરની સ્વીચ પોતાની મેળે બંધ (off) જગ્યા ઉપર ફરી જઇ કનેકશનો છોડી નાખે. (જુવો પ્રકરણ–૨૪).

સીરીઝ વાઉન્ડ મોટર (Series Wound Motor)—આ જાતના મોટર જ્યાં કોઇ મશીનરી ચાલુ કરતી વખતે ઘણું જોર (torque) માંગતી હોય ત્યાં વાપરવામાં આવે છે. કોઇબી જાતનો સાંચો પેહલ્લાં ચાલુ કરતી વખતે જેટલો પાવર ખાય છે તેટલો તે એક વખત ચાલુ થઇ સ્પીડે ફરતાં ખાતો નથી. સીરીઝ મોટર પંખા, પમ્પ, ક્રેન વગેરે કામ માટે વાપરવામાં આવે છે, કારણ કે એવી જાતનાં યંત્રો ચાલુ કરવાની સાથેજ મોટો પાવર ખાય છે. એ જાતના મોટરમાં જેમ જેમ પાવર વધુ લઇએં તેમ તેના આરમચર અને ફીલ્ડમાં જતો કરન્ટ વધતો જાય છે, પણ મોટરપરથી લોડ

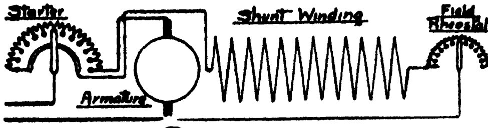


ચિત્ર નાં૦ ૯૭

સીરીઝ વાઉન્ડ મોટરનાં કનેકશનો.

કાહડી નાખતાંજ તેની ઝડપ અતિશય વધી જઇ તે ભાંગી જવાનો સંભવ રહે છે. વળી લોડ વધતો જતાં તેની ચાલ ધીમી પડતી જાય છે. માટે એ જાતના મોટરોની ચાલ ઓછા વધતા લોડ સાથે એક સરખી રહેતી નથી. સીરીઝ મોટર એક ગવરનર વગરનાં સ્ટીમ એનજીનને મળતો આવે છે, કારણકે એની ઉપરથી લોડ કાહડી નાખતાંજ એ મોટરની ચાલ એકદમ અતિશય વધી જાય છે. એ મોટરો વળી ચાલુ કરવાની શુરૂઆતમાં થોડોક વખત સુધી પોતાના ચાલુ લોડ કરતાં અતી ઘણો વધુ પાવર ખેંચી શકે છે. વળી એક વજન ઉંચકનારી ક્રેન ચલાવવા એ મોટર મૂકયો હોય તો ભારી વજન ઉંચકતાં એ હળવે ચાલે અને હલકું વજન ઉંચકતાં એ પોતાની મેળે જોરથી ચાલે, એટલે લોડનાં પ્રમાણમાં એ પોતાની ચાલ પોતાની મેળે ઓછી વધતી કરી શકે છે. પણ પટાથી ચાલતી મશીનરી કે પમ્પ ચલાવવા એ મોટર અનુકૂળ નથી, કારણકે પમ્પ જો પાણી છોડી દીયે યા પટો પૂલી ઉપરથી ઉતરી પડે તો એ મોટરની ચાલ અતિ ઘણી વધી જાય અને કાંઇ નુકશાન કરી નાખે. રેલવે અને ત્રામ્વે ચલાવવા એવા મોટર વધારે બંધબેસ્તા થઇ પડે છે, કારણ કે જ્યારે ગાડી ઉભેલી ચાલુ કરવામાં આવે ત્યારે તે ઉપર અતિ મોટો લોડ આવી પડે છે. શુરૂઆતમાં પડતા એવા વધારાના લોડને તોર્ક (torque) કહે છે. છે. ચિત્ર નાં૦ ૯૭ માં બતાવ્યા મુજબ એમાં આરમેચરનાં બ્રશનો એક તાર ડાબી બાજુના સ્ટારટરમાં જાય છે, અને બીજો જાડો તાર જમણી બાજુ બતાવેલા ફીલ્ડ મેગનેટની આસપાસ માત્ર થોડાજ આંટા વિંટાળી પછી સ્ટારટરમાં જાય છે.

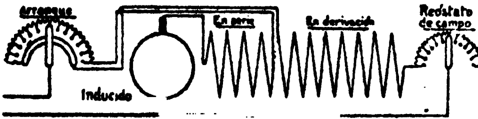
શન્ટ વાઉન્ડ મોટર (Shunt Wound Motor)—ઘણાં ખરાં દરેક કામ માટે શન્ટ મોટર વપરાય છે, કારણ કે એમાં લોડ ઓછો કે વધતો થવા છતાં એની ઝડપ લગભગ એક સરખી (constant) રહે છે, જો કે એના શન્ટ રીઝીસ્ટન્સની મદદથી એની ઝડપમાં થોડીક (૧૦ ટકા) વધઘટ કરી શકાય છે. મોટરને ચાલુ



ચિત્ર નાં૦ ૯૮.
શન્ટ વાઉન્ડ મોટરનાં કનેકશનો.

કરતી વખતે વપરાતો સ્ટારટીંગ રીઝીસ્ટન્સ અને આ શન્ટ રીઝીસ્ટન્સ એ બન્ને જુદી જુદી ચીજો છે એ યાદ રાખવું જોઇએ. જ્યાં ઝડપમાં મોટી વધઘટ કરવાની જરૂર પડે ત્યાં ઇન્ટરપોલ (interpole) વાળા શન્ટ મોટર વાપરવામાં આવે છે, જેમાં તેની ઓછામાં ઓછી ઝડપ કરતાં વધતામાં વધતી ઝડપ ત્રણગણી વધારે હોય છે. ચિત્ર નાં૦ ૯૮ માં બતાવ્યા મુજબ એમાં ડાબી બાજુએ સ્ટારટર બતાવ્યો છે અને જમણી બાજુએ ફીલ્ડ મેગનેટનો રીઝીસ્તન્સ બતાવ્યો છે. ફીલ્ડ રીઝીસ્તનસ અથવા રીહોસ્તેટ (rheostat) થી એ મોટરની ઝડપમાં ૧૦ ટકા વધારો કરી શકાય છે. જયાં એક સરખી ચાલની જરૂર હોય ત્યાં આ ગોઠવણ ઘણી અગત્યની છે. એક સરખી ચાલે મશીનો ચલાવવા માટે શન્ટ મોટર ઘણા ઉપયોગી થઇ પડે છે.

કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ મોટર (Compound Wound Motor)—એમાં કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો માફક સીરીઝ અને શન્ટ બન્ને કૉઇલો એના ફીલ્ડ મેગનેટ ઉપર વિંટાળેલા હોય છે, જેથી મોટરનો



ચિત્ર નાં૦ ૯૯.
કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ મોટરનાં કનેકશનો.

સ્ટારટીંગ પાવર યાને ચાલુ કરતી વખતે તે ઉપર આવતું જોર તૉર્ક (torque) ખેંચવાની શક્તિ વધે છે, પણ શન્ટ મોટર જેવું સારૂં કામ એ મોટર આપતો નથી, તેથી ઝાઝો વપરાતો નથી. એની લોડ સાથની સ્પીડ કરતાં લોડ વગરની સ્પીડ ૧૫ થી ૩૦ ટકા વધુ હોય છે. એ જાતના મોટરો જે જગાએ થોડોક વખત સુધી મોટર ઉપર એકદમ મોટો ઓવર લોડ આવવાની વકી હોય તે જગાએ વપરાય છે; જેમકે માણસો યા વજન ઉંચકવાની લીફ્ટ (lift),

પન્ચીંગ મશીનો, લોહડાંની પ્લેટ કાપવાનાં શીઅરીંગ (shearing) મશીનો વગેરે.

વેરીએબલ સ્પીડ મોટર (Variable speed Motor)—જ્યાં મશીનરી ચલાવતાં તેની ઝડપમાં મોટી વધઘટ કરવાની જરૂર પડયા કરે ત્યાં ઇન્ટરપોલ (interpole) વાળા વેરીએબલ સ્પીડના મોટર વપરાય છે. પહેલ્લાંથીજ ઓછી ઝડપના બનાવેલા શન્ટ મોટરમાં આવી ગોઠવણથી તેની ઝડપ લગભગ ત્રણગણી વધારી શકાય છે, પણ પહેલ્લાંથીજ હાઇસ્પીડ મોટર હોય તો તેની ઝડપ આસરે ૧૫–૨૦ ટકાજ વધારી શકાય છે. એ જાતના મોટરો સાદા શન્ટ મોટર કરતાં કીમ્મતમાં આસરે ૧૫ થી ૪૦ ટકા વધુ હોય છે. જેમ મોટર નાનો તેમ કીમ્મતમાં પડતો એ ફરક વધારે હોય છે. એ જાતના મોટરો માંગો તે ઝડપે ચાલી શકતા હોવાથી અને વળી ચાલુ-માંજ તેઓની ઝડપ ઘણીજ સગવડથી ઓછી વધતી કરી શકાતી હોવાથી ઘણા સગવડ ભરેલા હોય છે. સાધારણ મોટરો તેઓના શન્ટ રીઝીસ્ટન્સની મદદથી સેંકડે ૧૦ ટકા ઓછી વધતી સ્પીડે ચલાવી શકાય છે. આવી જાતના મોટરો હવે ઇલેકટ્રીક પાવરથી ચાલતી કૉટન મીલોનાં કેટલાંક મશીનો ઉપર વપરાય છે, અને એની સાથે આપવામાં આવતા ખાસ શન્ટ રીઝીસ્ટન્સને લીધે તેમજ ઇન્ટર-પોલની મદદથી તેઓની સપીડ લગભગ ત્રણ ગણી ઓછી વધતી કરી શકાય છે. એમાં સ્પીડ ઓછી વધતી કરવા માટે મોટર સ્ટારટરના સ્ટારટીંગ રીઝીસ્ટન્સની મદદ લેવામાં આવતી નથી, પણ જુદો શન્ટ રીઝીસ્ટન્સ એવા મોટર સાથે જોડવામાં આવે છે. ઘણીજ ધીમી ચાલ માટે કાઉન્ટર શાફ્ટ અથવા રીડયુસીંગ ગીઅરની યાંત્રિક મદદ લેવામાં આવે છે.

પ્રકરણ—૨૪

ઓલટરનેટીંગ કરન્ટ પાવર.

ALTERNATING CURRENT POWER.

લોડ ફેકટર (Load Factor)—જ્યારે કોઇ જાહેર ઇલેકટ્રીક કરન્ટ ઉત્પન્ન કરી પૂરો પાડનારી કંપનીમાંથી પાવર ખેંચ-વામાં આવે છે ત્યારે તે કંપની તેનો પાવર વાપરનારાં બધાં કારખા-

નાંઓની બધી માંગણી પૂરી પાડવાને બંધાયલી રહે છે. પરંતુ તેના પાવર વાપરનારાં બધાંજ કારખાનાંઓ એકકી વખતે કાંઇ પાવરની વધતામાં વધતી માંગણી કરતાં નથી, તે ધ્યાનમાં રાખીને પાવર પૂરો પાડનારી કંપની પોતાના જેનેરેટરો ઘટતા પાવરના પસંદ કરીને રાખે છે. તેજ પ્રમાણે ખાનગી ઇલેકટ્રીક પાવર પૂરો પાડનારાં ખાતાંઓમાં પણ કોઇ વખતે એકાએક પાવરની મોટામાં મોટી (maximum) માંગણી આવી પડે તેની ઘટતી જોગવાઇ પોતાના જેનેરેટરોમાં રાખે છે; અથવા જેનેરેટરો સાથે એકયુમ્યુલેટરોમાં વિજળી ભરી રાખે છે, જેથી જ્યારે મોટામાં મોટી માંગણી એકાએક આવી પડે ત્યારે જેનેરે-ટરની મદદમાંજ એકયુમ્યુલેટરમાંથી પાવર થોડો વખત સુધી આપીને તે મેક્ષીમમ માંગણીને પૂરી પાડી શકાય. એવાં એક જાહેર કે ખાનગી ઇલેકટ્રીક પાવર હાઉસમાં તે જેટલો વધારેમાં વધારે પાવર આપી શકે તેની સાથે સરખાવતાં તેનો ચાલુ એવરેજ અથવા સરેરાસ લોડ કેટલો હોય છે તેનાં પ્રમાણ (ratio) ને લોડ ફેકટર કહે છે, જેનો ફૉરમ્યુલા નીચે મુજબ છે:—

$$\text{લોડ ફેકટર, સેંકડે ટકા} = \frac{U \times ૧૦૦}{M \times H}$$

U=ખરેખરા ખપેલા યુનીટ. M=મેક્ષીમમ કીલોવૉટ. H= કલાકની સંખ્યા.

દાખલો—એક પાવર હાઉસમાં દરેક ૧૦૦ કીલોવૉટના ૩ જેનેરેટરો છે, જે માહેલા ૨ જેનેરટરો ચાલુ છે, અને એક ફાલતુ રહે છે. આથી બે જેનેરેટરો વધારેમા વધારે ૨૦૦ કીલોવૉટ પાવર આપી શકે છે. હવે જો આખાં વરસમાં ૧૦ લાખ યુનીટ ખપ્યા હોય તો લોડ ફેકટર કેટલો થયો ?

૨૦૦×૨૪×૩૬૫=૧૭૫૨૦૦૦ યુનીટ મેક્ષીમમ આપી શકે

$$\text{માટે} \frac{૧૦૦૦૦૦૦ \times ૧૦૦}{૧૭૫૨૦૦૦} = \text{૫૭ ટકા લોડ ફેકટર (જવાબ).}$$

કરન્ટની વધતામાં વધતી માંગણી (Maximum Demand)—ઇલેકટ્રીકલ એન્જીનીઅરીંગમાં એક પાવર હાઉસમાંથી કરન્ટનો વધારેમાં વધારે જથ્થો કયારે માંગવામાં અથવા ખેંચવામાં આવશે તેનો અડસટ્ટો પહેલ્લાંથીજ કાહડવો પડે છે. ધારો કે એક

પાવર હાઉસ ઉપર ઇલેક્ટ્રીક લાઇટો, પંખાઓ, અને કારખાનાના જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓ ચલાવતા મોટરોનો લોડ લીધેલો છે. એ બધાં જો સાથે એકકી વેળાએ ચાલે તો તેના મેક્ષીમમ લોડની બરાબર તેનો મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ થાય. પણ બત્તીઓ તો રાત્રેજ બળે, પંખા તો ગરમ વખતે દિવસનાજ ચાલે અને કારખાનાઓમાં સાંચા ચાલુ બંધ થયાજ કરે; ત્યારે એકકી વેળાએ પાવર હાઉસના જેનેરેટર ઉપર વધારેમાં વધારે કેટલા કરન્ટના જથ્થાની માંગણી અથવા ડીમાન્ડ આવી પડશે તે પહેલ્લાથીજ વિચારીને નક્કી કરવામાં આવે છે. માત્ર બત્તીઓ હોય તો ઘણું ખરૂં સામટી બત્તીઓની સંખ્યાના ૨/૩ જેટલી મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ ગણવામાં આવે છે. એટલે જો ૧૦૦૦ બત્તીઓ હોય તો એકકી વખતે આસરે ૭૦૦ બત્તીઓ બળશે એવી ગણતરી કરવામાં આવે છે. હવે ધારો કે બધી બત્તીઓ ૧૦ કીલોવૉટ લેતી હોય, બધા પંખાઓ ૧૫ કીલોવૉટ ખાતા હોય અને કારખાનાના મોટરો બધા સામટા ૧૦૦ કીલોવૉટ ખાતા હોય તો સામટો લોડ ૧૨૫ કીલોવૉટ થયો. પરંતુ એ બધાં કાંઇ એકકી વેળાએ ઇલેકટ્રીક પાવરની માંગણી કરવાનાં નથી, માટે એકકી વખતે કેટલી વધારેમાં વધારે માંગણી જેનરેટર ઉપર આવશે તેનો અડસટ્ટો સંભાળથી નકકી કરીને જેનરેટર અને તેને ચલાવનારાં એન્જીનની સાઇઝ મુકરર કરવી જોઇએ, જેથી થાપણનો ખરચ ઓછો આવે તેમજ ચાલુ ખરચમાં પણ ઉગાળો થાય.

એ માટે એક દાખલો અત્રે લીધેલો ઉપયોગી થઇ પડશે. ધારો કે એક નાનાં શહેરમાં ઇલેકટ્રીક પાવર હાઉસ બાંધવાનું છે. તેમાં જાહેર રસ્તા ઉપર મૂકવાની બત્તીઓનો સામટો લોડ ૮૦ કીલોવૉટ થાય છે, જે બત્તીઓ દરરોજ ૧૨ કલાક સળગતી રેહશે.

ખાનગી ઘરોની બત્તીઓનો લોડ ૮૦૦ કીલોવૉટનો ગણવામાં આવ્યો છે, પણ દરરોજ માત્ર ૫૦૦ કીલોવૉટે બત્તીઓ ૨ કલાક સરાસરી બળવાનો અડસટ્ટો કાહડવામાં આવ્યો છે.

ઘરો તથા આફીસો અને દુકાણોમાં પંખાનો લોડ ૪૦૦ કીલોવૉટનો ગણ્યો છે, પણ મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ ૩૦૦ કીલોવૉટનો ગણ્યો છે, અને દરરોજનો ડીમાન્ડ ૧૨૫ કીલોવૉટનો વર્ષના માત્ર ૧૮૦ દીવસ માટે દરરોજ ૨૦ કલાકનો અડસટવામાં આવ્યો છે.

કારખાનાના મોટરોના સામટા ૫૦૦ કીલોવૉટ થાય છે, પણ મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ ૨૫૦ કીલોવૉટ અડસટયા છે, અને વર્ષના ૩૦૦ દીવસ કારખાનું ચાલે તો દરરોજના ૧૦ કલાક કામ કરતાં એવરેજ ૨૦૦ કીલોવૉટ લોડ ગણ્યો છે. એ અડસટ્ટાઓનું પરિણામ કોઠા નાં. ૮ માં આપવામાં આવ્યું છે.

કોઠો—૮. એક નાનાં શેહરનાં પાવર હાઉસના લોડનો અડસટ્ટો.

	કુલ લોડ જોડેલા કીલોવૉટ	મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ કીલોવૉટ	એવરેજ ડીમાન્ડ કીલોવૉટ	દર વર્ષે વપરાસના કલાક	દર વર્ષે ખપતી યુનીટ
રસ્તાની બત્તીઓ	૮૦	૮૦	૮૦	૪૩૮૦	૩૫૦૪૦૦
ખાનગી બત્તીઓ	૮૦૦	૭૦૦	૫૦૦	૭૩૦	૩૬૫૦૦૦
પંખા	૪૦૦	૩૦૦	૧૨૫	૨૧૬૦	૨૭૦૦૦૦
મોટરો	૫૦૦	૨૫૦	૨૦૦	૩૦૦૦	૬૦૦૦૦૦
જુમલે	૧૭૮૦	૧૩૩૦	૯૦૫	...	૧૫૮૫૪૦૦

ઉપલા દાખલાનો લોડ ફેક્ટર $= \frac{૧૫૮૫૪૦૦ \times ૧૦૦}{૯૦૫ \times ૩૬૫ \times ૨૪} =$ આસરે ૨૦ ટકા.

આ લોડ ફેકટર ઘણો ઓછો છે, અને તે વધારવા માટે જે વખતે પાવર હાઉસમાં લોડ ઓછો આવતો હોય તેજ વખતે જો કોઇ કારખાનાંઓને પાવર જોઇતો હોય તો હમેશ કરતાં ઓછે ભાવે તે પાવર વેચતાં પણ પાલવે તેમ છે, કારણ કે ઓછા લોડ વખતે પાવર હાઉસના જેનરેટર નફાકારક કામ કરતા નથી, અને બળતણમાં થોડીક કસર થવા ઉપરાંત થાપણનું વ્યાજ, ઘસાડા, અને દેખરેખના ઉભા (overhead) ખરચમાં કશો ઘટાડો કરી શકાતો નથી. ઉપર આપેલા દાખલામાં આખા દિવસના ૨૪ કલાકનો લોડ ગણ્યો છે, અને જો કે કુલ લોડ ઉપર ૧૭૮૦ કીલોવૉટ જોડાયલા છે, તે છતાં વધુમાં વધુ

માંગણી એકકી વખતે ૧૩૩૦ કીલોવૉટની આવી પડવાનો સંભવ છે, પરંતુ બત્તીઓ જ્યારે રાત્રે બળે ત્યારે કારખાનાના મોટરો તો દિવસ-નાજ ચાલે તે ધ્યાનમાં રાખતાં ખરેખરી મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ દિવસના કયે વખતે આવી પડે તેના સંભાળથી ઘટતા સ્કેલથી ડાએગ્રામ પાડીને તે પ્રમાણે જેનરેટરોનાં કદ નકકી કરવામાં આવે છે. ઉપલા દાખલામાં જો માત્ર રાત્રીનોજ એવરેજ લોડ ધ્યાનમાં રાખીને આસરે ૬૦૦ કીલોવૉટના જેનેરેટરો નાખવામાં આવે તો લોડ ફેકટર વધીને આસરે ૩૦ ટકા જેટલો થાય, પણ ૬૦૦ કીલોવૉટના જેનરેટર હોવા છતાં દિવસનો લોડ તો માત્ર પંખા અને મોટરોનો સામટો એવરેજ લોડ ૩૨૫ કીલોવૉટ થાય. માટે દિવસના હજી પણ ૨૭૫ કીલોવૉટ ફાલતુ રહે, અને એ ફાલતુ રહેતો પાવર જેટલો વધુ ખપાવવામાં આવે તેટલો લોડ ફેકટર વધીને પાવર હાઉસના ખરચમાં ઘણી કરકસર કરી શકાય.

પાવર ફેકટર (Power Factor) —ઑલટરનેટીંગ કર-ન્ટના સરકીટમાં થતાં ઇન્ડકશન (induction)ને લીધે તેના કરન્ટને લાઇનમાં વ્હેતાં કાંઇક વખત લાગવાથી તેના વોલ્ટેજ અથવા પ્રેસરની પાછળ પાછળ તેનો કરન્ટ જાણે ઘસડાય છે (lags behind), અને તેમાં ઘટ પડે છે, જે પુરી કરવા માટે જોઇએ તે કરતાં વધુ કરન્ટ આપવો પડે છે. ઇન્ડકશન મોટર, ટ્રાન્સફોરમર કે આર્ક લેમ્પોમાંથી કરન્ટ પસાર થતાં આવી રીતે વોલ્ટેજની પાછળ કરન્ટ ઘસડાય છે; પણ જ્યારે કરન્ટ સીનક્રોનસ મોટર, કે રોટેરી કનવરટરમાંથી પસાર થતો હોય અને તેઓના ફીલ્ડ મેગનેટો જોઇએ તે કરતાં વધુ તેજ (over–excited) કરવામાં આવ્યા હોય ત્યારે કરન્ટ પોતે વોલ્ટેજને આગળ ઘસડે છે (leads). આને લીધે ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટ માટે તારની સાઇઝ મુકરર કરતાં "પાવર ફેકટર' ને ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે. એક ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટનો મોટર જે પાવર ખાય છે, તે કાંઇ તેના વોલ્ટ મીટર અને એમ્પીઅર મીટરમાંથી દેખાતા પ્રેસર અને કરન્ટના વોલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજના ગુણાકાર કરવાથી જેટલા વૉટ (watt) મળે તેટલા વૉટની બરાબર હોતો નથી. એવી રીતે ગણી કહાડેલા વૉટ કરતાં એ. સી. કરન્ટના સરકીટ ઉપર મુકેલા એક વૉટ મીટરમાં દેખાતા વૉટ ઓછા હોય છે. માટે એ બે વચ્ચેના

ફરકનાં પ્રમાણુને પાવર ફેક્ટર કહે છે. ડી. સી. કરન્ટમાં એમ બનતું નથી, પણ વૉલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજનો ગુણાકાર કરવાથી જેટલા વૉટ પાવર મળે તેટલાજ વૉટ પાવર બરાબર ખપે છે. જો એક ૨૦૦૦ વોલ્ટ અને ૧૦૦૦ એમ્પીઅરનો ડાઇનેમો એ. સી. કરન્ટ ઉપર ચાલતો હોય તો ૨૦,૦૦,૦૦૦ વૉટ થવા જોઇએ, પણ જો તેનો પાવર ફેક્ટર ·૭ હોય તો ૨૦,૦૦,૦૦૦×.૭=૧૪,૦૦,૦૦૦ વૉટ પાવર ખરે-ખરો ખપે છે. એટલે કે જો કે તેના વોલ્ટ અને એમ્પીઅરનો ગુણાકાર કરતાં ૨૦,૦૦,૦૦૦ વૉટ મલે, પણ વૉટ મીટરમાં તો માત્ર ૧૪,૦૦,૦૦૦ વૉટ દેખાય, અને બાકીના ૬૦,૦૦૦ વૉટ વ્યર્થ જાય.

પાવર ફેક્ટરની સરખામણી સ્ટીમ એન્જીનના પાવર સાથે કરી શકાય. એક સ્ટીમ એન્જીનનાં સીલીન્ડરમાં જે હૉર્સ પાવર ઉત્પન્ન થાય છે, તે ઇન્ડીકેટર નામનાં યંત્ર વડે માપીને તેને ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવર કહેવામાં આવે છે; પણ એ પાવરમાં તો એન્જીનનું પોતાનું ફ્રીકશન પણ સમાઇ જાય છે, અને એન્જીનના ફ્લાઇ વ્હીલ ઉપરથી ખરેખરો પાવર ઇન્ડીકેટેટ હૉર્સ પાવર કરતાં ૧૦ થી ૨૦ ટકા ઓછો મલે છે. એ ખરેખરો પાવર બ્રેક હૉર્સ પાવર કેહવાય છે. જો કોઇ એન્જીનના ૧૦૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવર મલતા હોય તો તે માત્ર આશરે ૮૦ હૉર્સ પાવર ખાતી મશીનરીજ ચલાવી શકશે, કારણ કે ૨૦ ટકા પાવર એન્જીનનાં પોતાનાં ફ્રીકશનમાં વ્યર્થ જશે.

આલ્ટરનેટીંગ કરન્ટનો પાવર ફેક્ટર લોડની જાત પ્રમાણે ઓછો વધતો રહે છે. જુદી જુદી જાતના લોડ માટે નીચે પ્રમાણે પાવર ફેક્ટર ધ્યાનમાં લેવા ઠીક થઇ પડશેઃ—

માત્ર બત્તીઓ માટે...	·૯૫	પાવર ફેક્ટર.
બત્તીઓ સાથે થોડાક મોટર માટે ...	·૯૦	„
ઘણા મોટર અને થોડીક બત્તી માટે ...	·૮૫	„
માત્ર મોટરો માટે	·૮૦	„
મોટરો, સીંગલ ફેઝ...	·૭૦	„
ટ્રાન્સફૉરમરો સાથે	·૬૫	„

દાખલો—એક સીંગલ ફેઝ એ. સી. જેનરેટર ૨૫ એમ્પીઅર અને ૧૫૦ વોલ્ટ તેના મીટરોમાં દેખાડે છે, પણ વૉટ મીટરમાં ૩૧૯૦ વૉટ બતાવે છે, માટે પાવર ફેક્ટર કેટલો થયો?

ગણતરીના વૉટ=૨૫×૧૫૦=૩૭૫૦.
ખરેખરા વૉટ(=વૉટ મીટરમાં)=૩૧૯૦.
માટે પાવર ફેક્ટર=૩૧૯૦÷૩૭૫૦=.૮૫. (જવાબ.)

ઓછા પાવર ફેક્ટર (Low Power Factor) ની અસર એ થાય છે કે એથી ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના મોટરમાંથી જોઇએ તે કરતાં ઓછો પાવર મળવાથી વધારાનો પાવર મેળવવા માટે વધારે મોટા મોટર, કેબલ, ટ્રાન્સફૉરમર વગેરે નાખવા પડે છે. ઓછા પાવર ફેક્ટર સાથે કેટલોક પાવર વ્યર્થ જતો હોવાથી ચાલુ ખરચ વધુ પડે છે, કારણ કે જેટલો કરન્ટ વપરાતો હોય તેના ઉપર ઇલેક્ટ્રીક સપલાઇ કંપની પોતાના કરન્ટનો બાંધેલો ભાવ લીએ છે. એ માટે એક કામ માટે જોઇતા મોટરની પસંદગી ઘણી સંભાળથી થવી જોઇએ. દાખલા તરીકે એક ૧૦ બ્રેક હૉર્સ પાવરનો મોટર ફુલ લોડે ૮૬ ટકા, પોણા લોડે ૮૫ ટકા, અરધા લોડે ૮૩ ટકા અને પા લોડે માત્ર ૭૫ ટકા ઇફીશીઅન્સી આપશે. માટે જોઇએ તે કરતાં મોટા મોટાર વાપરી તેની પાસે થોડું કામ લેતાં તેનો પાવર ફેક્ટર ઓછો મળે છે. જો એક મોટર તેના ફુલ લોડ કરતાં માત્ર પા લોડે કામ કરતો હોય અને તેથી તેનો પાવર ફેક્ટર જો માત્ર ·૬ હોય તો તે જ્યારે ૮ એમ્પીઅર કરન્ટ ખાય ત્યારે ·૬×૮=૪·૮ એમ્પીઅર કરન્ટ ખરેખરાં કામ માટે વપરાશે, પણ બાકીના માત્ર ૩·૨ કરન્ટ વ્યર્થ જતા નથી, પરંતુ નીચલા ફૉરમ્યુલા અથવા ગણતરી પ્રમાણે કરન્ટ વ્યર્થ જાય છે:—

$\sqrt{(૮^૨—૪·૮^૨)}$=૬.૪ એમ્પીઅર વ્યર્થ જતો કરન્ટ.

કીલો-વોલ્ટ-એમ્પીઅર (Kilo-Volt-Amperes)–ઉપર કહ્યું તેમ એક ઓલટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટમાં રાખેલા વોલ્ટ મીટર અને એમ્પીઅર મીટરમાંથી દેખાતા વોલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજ ખરેખરા હોતા નથી. ખરેખરા વૉટ તો સરકીટ ઉપર મૂકેલા વૉટ મીટરમાંથી દેખાય છે. અથવા ઉપર લખ્યા પ્રમાણે પાવર

ફેક્ટર માલમ હોય તો ગણી કાહડી શકાય છે. પાવર ફેક્ટર દેખાડનારા મીટરો પણ સરકીટ ઉપર મેલવામાં આવે છે, જેમાં દેખાતો પાવર ફેક્ટર ગણી કાહડેલા વૉટ સાથે ગુણવાથી ખરેખરા વૉટ મળે છે. આ કારણ થકી એ. સી. કરન્ટનો પાવર કીલો વૉટ (K. W.) માં નહી કહેતાં કીલો–વોલ્ટ–એમ્પીઅરમાં કહેવામાં આવે છે, જેને ટુંકમાં K. V. A. કહે છે, જે વોલ્ટ × એમ્પીઅર ÷ ૧૦૦૦ ની બરાબર હોય છે, અને જેમાં પાવર ફેક્ટર એકનો ગણવામાં આવે છે. હવે સરકીટમાં થતાં કામનાં પ્રમાણમાં જેટલો પાવર ફેક્ટર ઉપર આપ્યા મુજબ હોય તેને એ K. V. A. ની સંખ્યાવડે ગુણવાથી ખરેખરા કીલો વૉટ મળે. જેમકે ૨૦૦ કે. વી. એ. નો ઑલટરનેટર હોય અને માત્ર મોટરોજ ચલાવતો હોય તો તેનો પાવર ફેક્ટર .૮ નો હોય છે, માટે ૨૦૦×.૮ = ૧૬૦ કીલો વૉટ પાવર ખરેખરો આપશે.

પાવર ફેક્ટરમાં સુધારો (Power Factor Correction)—જો એક સરકીટનો પાવર ફેક્ટર ઓછો હોય તો દર કીલોવૉટ દીઠ કરન્ટ વધુ ખપે છે. આથી પાવર ફેક્ટર વધારવા માટે બાહેરનો પાવર લેતાં મોટાં પાવર હાઉસોમાં ખાસ ગોઠવણ રાખવી પડે છે. ઓછા પાવર ફેક્ટરવાલાં કારખાનાઓને કરન્ટનો ખરચ વધુ આવે છે. ઓછા પાવર ફેક્ટરનું મુખ્ય કારણ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના વોલ્ટેજની પાછળ ઘસડાતા કરન્ટ (lagging current)ને લીધે હોય છે, જેના ઉપાય તરીકે સરકીટમાં થોડોક વધુ કરન્ટ જાણે પિચકારી (injection) આપીને દાખલ કરવામાં આવે છે, જેથી વોલ્ટેજ અને એમ્પીઅરેજ બન્ને સાથે ઘસડાય. પાવર ફેક્ટર સુધારવાની કેટલીક રીતો માહેલી એક નીચે આપી છેઃ—

સ્ટેટીક કન્ડેન્સર (Static Condenser)—જ્યાં ઘણો થોડો પાવર વપરાતો હોય ત્યાં, અને ખાસ કરીને મીલનાં વીવીંગ ખાતાંની લુમ ચલાવનારા નાના ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના મોટરનો પાવર ફેક્ટર સુધારવા માટે તેના લોડમાં એક કન્ડેનસર પેરેલલમાં જોડવામાં આવે છે, એવાં કન્ડેન્સરો કીમ્મતમાં સસ્તાં મળે છે. તેલમાં ડુબાવેલાં મેન્સબ્રીજ (Mansbridge) જાતનાં કન્ડેન્સર એ કામ માટે વપરાય છે. (જુવો પાનું—૧૪૬.)

સ્લીપ (Slip)—લેાડ વગર એક ઇન્ડકશન મેાટર પેાતાની સીનક્રોનસ (synchronous) સ્પીડે ચાલે છે જે વિશે પ્રકરણ–૨૫ માં લખ્યું છે. લેાડ લેવાથી એ સ્પીડ એાછી થાય છે, અને તે જેટલા ટકા એાછી થાય તેટલા ટકાને સ્લીપ કહે છે. જેમ કે જો એક મેાટરની સીન્ક્રોનસ સ્પીડ દર મીનિટે ૧૫૦૦ રેવેાલ્યુશન્સ હેાય અને ફુલ લેાડે તે ૧૪૨૦ રેવેાલ્યુશન્સ રહેતી હેાય તેા સેંકડે ૫⅓ ટકાની સ્લીપ થઇ. મેાટા એ. સી. મેાટરમાં એ સ્લીપ ૨ ટકા અને નાનામાં ૫ થી ૧૦ ટકા થાય છે.

તેાર્ક (Torque)—એક બંધ પડેલું મશીન ચાલુ કરતી વખતે પેાતાના હંમેશના પાવર કરતાં બમણેા કે વધુ પાવર ખાય છે, જેને તેાર્ક કહે છે. જો પાંચ હેાર્સ પાવરનેા એક મેાટર લેાડ સાથે ચાલુ કરવામાં આવે તેા તેની સાથનાં મશીનેા ફુલ સ્પીડમાં આવી ચાલુ થાય તે અગાઉ તે ૧૦ કે ૧૫ હૅાર્સ પાવર શરૂઆતમાં થેાડેાક વખત માટે ખાય છે. માટે દરેક ઇલેકટ્રીક મેાટર કેટલેા તેાર્ક લઇ શકે છે તે જાણવું અગત્યનું છે. સારા મેકરના મેાટરેા ફુલ લેાડ કરતાં ૧½ થી ૨½ ગણેા વધુ પાવર થેાડીક મીનીટ સુધી આપી શકે છે. પણ લેાડ સાથે ચાલુ કરતી વખતેના તેાર્કને લીધે ઘણા મેાટરેા પુષ્કળ કરન્ટ માંગે છે, અને ઘણા મેાટરેામાં લેાડ સાથે ચાલુ કરતી વખતનેા તેાર્ક સાથનેા પાવર ચાલુ પાવર કરતાં ત્રણથી પાંચ ગણેા વધુ થાય છે.

ઍર ગૅપ (Air Gap)—ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના ઇન્ડકશન મેાટરના રેાટર અને સ્ટેટર વચ્ચે રહેતા ફરતા ખાલી ગાળાને ઍર ગૅપ અથવા હવાનેા ગાળેા કહે છે. એ ગાળેા નિયમીત અંતરે તપાસીને તેની નેાંધ રાખવામાં આવે છે, અને એમાં જો એ ગાળેા ફરતેા એક સરખેા રહેવાને બદલે ૨૫ ટકા જેટલેા ફરક દેખાડવા માંડે તેા તુરત મેાટરની બેરીંગેા નવી નાખવામાં આવે છે, અથવા તેા ફરીથી લાઇન કરવામાં આવે છે, જેથી એ ગાળેા બધી બાજુએ તદન એક સરખેા રહે છે. એ માપવા માટે ગેજ બનાવી રાખવામાં આવે છે. જો સ્ટેટર સાથે રેાટર ચાલુમાં લાગ્યા કરે તેા ઘણું નુકશાન થાય અને બન્નેનું વાઇન્ડીંગ ફરીથી નવું કરવું પડે. પૉલીફેઝ મેાટરમાં ખપતા કરન્ટ, અને પાવરમાં ખરેખરા વપરાતા કરન્ટ વચ્ચે જે ફરક રહે

છે, કે જેને પાવર ફેકટર કહે છે, તેનો આધાર આ ઍર ગૅપ ઉપર રહે છે. આથી બને તેટલો ઓછો ઍર ગૅપ રાખવામાં ઘણો ફાયદો છે. પણ તેથી અકસમાત નહી નિપજે તેની ઘણીજ સંભાળ રાખવાની જરૂર છે. એ ઍર ગૅપ કેટલો રાખવો તે નીચલા ફૉરમ્યુલાથી શોધી કાઢવામાં આવે છે:—

ઍર ગૅપ, ઇંચમાં = .૦૬ + (.૦૦૪૮૭ × D) ઇન્ટરપોલ વગરનાં મશીન માટે.

,, = .૦૩૬ + (.૦૦૩૧૬ × D) ઇન્ટર પોલવાળાં મશીન માટે.

D = આરમેચરની ડાયામેટર, ઇંચમાં.

એ. સી. સરકીટમાં ખપતો કરન્ટ (Current in A. C. Circuits)—એક ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના જેનરેટરની લાઇનમાં ખપતો કરન્ટ (એમ્પીઅર) જાણવા માટેની ગણતરી નીચે આપી છે:—

$$\frac{K.\ V.\ A. \times ૧૦૦૦}{V \times Ph.} = A$$ કરન્ટ એમ્પીઅરમાં.

K=કીલો. A.=એમ્પીઅર. V=વોલ્ટેજ. Ph=સીંગલ ફેજ માટે ૧, ટુ ફેઝ માટે ૨ અને થ્રી ફેઝ માટે $\sqrt{૩}$ અથવા (૧.૭૩૨).

દાખલો—જો ૨૦૦ કે. વી. એ. અને ૪૪૦ વોલ્ટનો જેનરેટર હોય તો કરન્ટ કેટલો ખપશે?

સીંગલ ફેઝ માટે $= \frac{૨૦૦ \times ૧૦૦૦}{૪૪૦ \times ૧} =$ ૪૫૫ એમ્પીઅર કરન્ટ તેના બે માંહેલા દરેક તારમાં જશે.

ટુ ફેજ માટે $= \frac{૨૦૦ \times ૧૦૦૦}{૪૪૦ \times ૨} =$ ૨૨૭ એમ્પીઅર તેના ચાર તાર માંહેલા દરેક તારમાં જશે.

થ્રી ફેઝ માટે $= \frac{૨૦૦ \times ૧૦૦૦}{૪૩૦ \times ૧.૭૩૨} =$ ૨૬૩ એમ્પીઅર તેના ત્રણ માંહેલા દરેક તારમાં જશે.

દાખલો—જો ૨૦૦ કે. ડબલ્યુ. (કીલો વૉટ) અને ૪૪૦ વોલ્ટનો જેનરેટર હોય અને પાવર ફેકટર .૮ હોય તો કેટલો કરન્ટ ખપશે?

સીંગલ ફેઝ માટે $=\frac{૨૦૦\times૧૦૦૦}{૪૪૦\times.૮\times૧}=$ ૫૬૮ એમ્પીઅર દરેક તારમાં. (બે તાર).

ટુ ફેઝ માટે $=\frac{૨૦૦\times૧૦૦૦}{૪૪૦\times.૮\times૨}=$ ૨૮૪ એમ્પીઅર દરેક તારમાં. (ચાર તાર).

થ્રી ફેઝ માટે $=\frac{૨૦૦\times૧૦૦૦}{૪૪૦\times.૮\times૧.૭૩૨}=$ ૩૨૮ એમ્પીઅર દરેક તારમાં. (ત્રણ તાર).

મોટરની ઇફીશીયન્સી (Efficiency of Motors)—એક મોટર અથવા જેનરેટર (ડાઇનેમો) કાંઇ સંપૂર્ણ મશીન નથી, માટે તેઓને ચલાવતાં કેટલેાક પાવર વ્યર્થ જાય છે—એટલે એક મોટર જેટલેા કરન્ટ ખાય છે તેનાં પ્રમાણમાં તેમાંથી પાવર મળતેા નથી, પણ થેાડેાક ઓછેા મળે છે. મોટરેાની ઇફીશીયન્સી તેઓનાં કદ ઉપર આધાર રાખે છે; જેમ મોટર મોટેા તેમ તેની ઇફીશીયન્સી વધારે.

૧	હોર્સ	પાવર	સુધીના	મોટરની	ઇફીશીયન્સી	સેંકડે	૭૨ થી ૭૫ ટકા.
૨૦	,,	,,	,,	,,	,,	,,	૮૦ થી ૮૫ ,,
૧૦૦	,,	,,	,,	,,	,,	,,	૮૭ થી ૯૦ ,,
૩૦૦	,,	,,	,,	,,	,,	,,	૯૩ થી ૯૫ ,,

એક ૧૦ હૉર્સ પાવરનેા મોટર દરરેાજના ૧૦ કલાક ચાલતાં વર્ષના ૨૫૦૦ કલાક ચાલતેા હોય અને ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટનેા ભાવ યુનીટ દીઠ ૨ આના હોય તેા તે દર વર્ષે દર એક ટકા વધુ ઇફીશીઅન્સી દીઠ આસરે રૂ. ૩૦ નેા બચાવ કરી શકે.

મોટરમાં ખપતેા કરન્ટ (Current consumed in Motors)—એક મોટર કેટલેા કરન્ટ ખાશે તે જાણવા માટેનેા ફૉરમ્યુલા નીચે મુજબ છે. ૭૪૬ વૉટ એક હૉર્સ પાવરની બરાબર છે.

$$\text{એમ્પીઅર} = \frac{\text{બ્રેક હૉર્સ પાવર}\times૭૪૬}{\text{વેાલ્ટેજ}\times\text{ઇફીશીઅન્સી}}$$

દાખલો—૨૦ હૉર્સ પાવરનો એક મોટર ૨૩૦ વોલ્ટથી ચાલતાં કેટલો પાવર ખાશે ? ઇફીશીઅન્સી ઉપર લખ્યા મુજબ ૮૫ ટકા.

$$\frac{૨૦\times૭૪૬}{૨૩૦\times૮૫} = ૭૬.૫ \text{ એમ્પીઅર.}$$

૭૬.૫×૨૩૦=૧૭૫૯૫ વૉટ, અથવા ૧૭.૫ કીલો વૉટ.

ઉપલી ગણતરી ડી. સી. મોટર માટે છે. જો એ. સી. મોટર હોય તો નીચે પ્રમાણે ગણતરી કરવીઃ—

$$\text{એમ્પીઅર} = \frac{\text{બ્રેક હોર્સ પાવર}\times૭૪૬.}{\text{વોલ્ટેજ}\times\text{ઇફીશીઅન્સી}\times\text{ફેઝ}\times\text{પાવર ફેકટર.}}$$

નોટ—થ્રી ફેઝ માટે ઉપલી ગણતરી પ્રમાણે ગણતાં જે આવે તેને $\sqrt{3}$ વડે ગુણવા, જેથી દરેક તાર દીઠ ખપતો કરન્ટ એમ્પીઅરમાં મળશે. $\sqrt{3}=૧.૭૩૨$.

દાખલો—સીંગલ ફેઝ, ૧૦ બ્રેક હોર્સ પાવરનો મોટર ૨૦૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે તો કેટલો કરન્ટ ખાય ? ઇફીશીઅન્સી=.૮૨૫. પાવર ફેકટર=.૮.

$$\frac{૧૦\times૭૪૬}{૨૦.\times૧\times.૮\times.૮૨૫} = ૫૬ \text{ એમ્પીઅર, દરેક તારમાં.}$$

દાખલો—ટુ ફેઝ, ૨૫ બ્રેક હોર્સ પાવરનો મોટર ૪૪૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે તો કેટલો કરન્ટ ખાય ? ઇફીશીઅન્સી=.૮૬૨. પાવર ફેકટર=.૮.

$$\frac{૨૫\times૭૪૬}{૪૪૦\times૨\times.૮\times.૮૬૨} = ૩૧ \text{ એમ્પીઅર, દરેક તારમાં.}$$

દાખલો—થ્રી ફેઝ, ૫૦ બ્રેક હૉર્સ પાવરનો મોટર ૪૪૦ વોલ્ટ ઉપર ચાલે તો કેટલો કરન્ટ ખાય ? ઇફીશીઅન્સી=.૮૮૫. પાવર ફેકટર=.૮.

$$\frac{૫ \times૭૪૬}{૪૪૦\times૩\times.૮\times૮૮૫}\times\sqrt{3} = ૬૯ \text{ એમ્પીઅર, દરેક તારમાં.}$$

મોટરમાં ખપતો પાવર (Power consumed in Motors)—સાદા ડી. સી. મોટરમાં તો વોલ્ટ એમ્પીઅરનો ગુણાકાર કરીને તેને ૭૪૬ વડે ભાંગવાથી ઇલેક્ટ્રીક હૉર્સ પાવર મળે છે–એટલે ૭૪૬ વૉટનો એક ઇલેક્ટ્રીકલ હૉર્સ પાવર E. H. P. થાય. મોટરની ઇફીશીઅન્સી ખબર હોય તો E. H. P. ને તેની ઇફીશીઅન્સીની સંખ્યા વડે ગુણવાથી બ્રેક હૉર્સ પાવર B. H. P. મળે. જેમકે ૧૦૦ ઇ. એચ. પી. હોય, અને ઇફીશીઅન્સી .૯ હોય તો ૧૦૦×.૯=૯૦ બ્રેક હૉર્સ પાવર.

એ. સી. મોટર માટેની ગણતરી નીચે મુજબ છેઃ—

$$\text{ઇ. એચ. પી. E. H. P.} = \frac{\text{એમ્પીઅર} \times \text{વોલ્ટ} \times \text{પાવર ફેક્ટર} \times \text{ફેઝ.}}{૭૪૬.}$$

દાખલો—સીંગલ ફેઝ મોટર, ૪૦ એમ્પીઅર, ૨૦૦ વોલ્ટે કેટલા ઇલેક્ટ્રીકલ હૉર્સ પાવર આપશે? પાવર ફેક્ટર=.૮.

$$\text{E. H. P.} = \frac{૪૦ \times ૨૦૦ \times .૮ \times ૧}{૭૪૬} = ૮.૫૮.$$

દાખલો—ટુ ફેઝ મોટર, ૨૫ એમ્પીઅર, ૨૦૦ વોલ્ટે કેટલા ઇ. એચ. પી. આપશે? પાવર ફેક્ટર=.૮.

$$\text{E. H. P.} = \frac{૨૫ \times ૨૦૦ \times .૮ \times ૨}{૭૪૬} = ૧૦.૭.$$

દાખલો—થ્રી ફેઝ મોટર, ૩૦ એમ્પીઅર, ૪૪૦ વોલ્ટે કેટલા ઇ. એચ. પી. આપશે? પાવર ફેક્ટર=.૮.

$$\text{E. H. P.} = \frac{૩૦ \times ૪૪૦ \times .૮ \times ૩}{૭૪૬ \times \sqrt{૩}} = ૨.૫.$$

ઓલટરનેટીંગ કરન્ટમાં વોલ્ટેજની ઘટ (Voltage Drop in A. C.)—આ પુસ્તકને પાને ૧૨ માં ડાયરેક્ટ કરન્ટના સરકીટમાં કરન્ટને દૂર લઇ જતાં વોલ્ટેજમાં જે ઘટ પડે છે તે સમજાવ્યું છે. એવીજ રીતે ઓલટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટમાં પણ તારની લંબાઇને લીધે ઘટ પડે છે; પણ એ ઉપરાંત બીજી ઘટ ઉપર સમજાવ્યું તેમ લોડનાં ઇન્ડકશનને લીધે અથવા ઇન્ડકટીવ લોડ (inductive load) ને લીધે પડે છે. જેમ પાવર ફેક્ટર

ઓછો હોય છે તેમ જોઇએ તે કરતાં વધુ કરન્ટ સરકીટ ખાય છે, તેથી વોલ્ટેજમાં ઘટ પડે છે. જો શરૂઆતનો પ્રેસર ૪૪૦ વોલ્ટ હોય અને સરકીટને છેડે મૂકેલા એક મોટરને ૪૩૦ વોલ્ટ મળતા હોય તો એ ઘટ ૧૦ વોલ્ટની અથવા સેંકડે ૨.૩ ટકાની થઇ. સરકીટમાં પડતી વોલ્ટેજની ઘટ તે સરકીટના દર ફેઝ દીઠ પડતી ઘટની બરાબર હોય છે. એની ગણતરી નીચે પ્રમાણે કરી શકાય છે.

વોલ્ટેજની ઘટ = કન્ડકટરનો રીઝીસ્ટન્સ × એમ્પીઅર × B.

B=સીંગલફેઝ માટે ૨. ટુ ફેજ માટે ૨. થ્રી ફેઝ માટે $\sqrt{૩}$=૧.૭૩૨.

દાખલો—૫૦ કીલો વૉટનો થ્રી ફેઝ સરકીટ ૧૫૦ વાર લાંબો છે, પાવર ફેકટર .૯૫ છે, કેબલની સાઇઝ ૧૯/૧૩ છે, વોલ્ટેજ ૨૦૦ છે, તો વોલ્ટેજમાં ઘટ અથવા ડ્રૉપ કેટલો પડશે?

$$\text{કરન્ટ} = \frac{૫૦×૧૦૦૦}{૨૦૦×૩×.૯૫}×૧.૭૩૨ = ૧૫૨ \text{ એમ્પીઅર.}$$

કેબલની સાઇઝ ૧૯/૧૩ છે, જેનો રીઝીસ્ટન્સ વાર દીઠ.૦૦૦૧૯ ઓહમ છે (જુઓ કોઠો–૨) માટે ૧૫૦×.૦૦૦૧૯=.૦૨૯૧ ઓહમ સરકીટનો રીઝીસ્ટન્સ.

વોલ્ટેજમાં ઘટ અથવા ડ્રૉપ = .૦૨૯૧×૧૫૨×૧.૭૩૨=૭.૬૬ વોલ્ટ, (જવાબ).

ઓલ્ટરનેટરમાં વ્યર્થ જતો પાવર (Power lost in Alternators)—ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના ડાઇનેમોમાં વોલ્ટેજમાં પડતી ઘટ અથવા ડ્રૉપ શોધી કાઢવાની રીત ઉપર આપી છે, તે ઉપરથી એક ઑલ્ટરનેટરમાં કેટલો પાવર તે ઘટને લીધે ઓછો થાય છે તે જાણવાની ગણતરી નીચે આપી છે:—

વ્યર્થ જતો વૉટ=કરન્ટ×દર ફેઝ દીઠ વોલ્ટેજ ડ્રૉપ×ફેઝની સંખ્યા. ફેઝની સંખ્યા માટે સીંગલ ફેઝ માટે ૧, ટુ ફેઝ માટે ૨, થ્રી ફેઝ માટે $\sqrt{૩}$=૧.૭૩૨.

દાખલો—ઉપલોજ.

વ્યર્થ જતા વૉટ=એમ્પીઅર ૧૫૨×વોલ્ટેજ ડ્રૉપ ૭.૬૬× ૧.૭૩૨=૨૦૧૬ વૉટ અથવા ૨ કીલો વૉટ (જવાબ).

જો થ્રી ફેઝના સરકીટમાંથી બે તાર લઇને સીંગલ ફેઝ કરન્ટ બનાવ્યો હોય તો તેને માટે વોલ્ટેજ ડ્રૅાપ અને વ્યર્થ જતા વૅાટની ગણતરી સીંગલ ફેઝ માટે આપેલી ગણતરી પ્રમાણે કરવી.

તેમજ વળી થ્રી ફેઝ સરકીટમાં એક ચોથો ન્યુત્રલ વાયર જોડીને તેમાંથી સીંગલ ફેઝ બનાવી લીધો હોય તો તે માટેની ગણતરીઓ પણ સીંગલ ફેઝની ગણતરીઓ પ્રમાણે કરવી.

પ્રકરણ—૨૫.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ મોટર.

ALTERNATING CURRENT MOTORS.

ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ મોટરો ડાયરેકટ કરન્ટ મોટરો માફક જેનરેટરો તેમજ મોટરો બન્ને તરીકે ચલાવી શકાય છે. પરંતુ એ. સી. મોટરમાં ખાસ ખુબીએ હોય છે કે એ મોટર એના જેનરેટરની જે સ્પીડે હોય તેટલીજ સ્પીડે ચલાવવો જોઇએ. જે માટે જેનરેટર તથા મોટર બન્નેમાં પોલની સંખ્યા એકજ સરખી હોવી જોઇએ, જેથી તેઓની ચાલ તદન સીન્ક્રોનસ (synchronous) થાય. આગળ કહ્યું છે તેમ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના મોજાઓ (phases) ઉછાળા મારતા મોજાઓ માફક ઉપર નીચે ઓછા વધતા થતા ચાલે છે, માટે જેનરેટર અને મોટર બન્નેમાં કરન્ટના એ મોજાઓ એક સરખા સુરમાં ચાલવા જોઇએ. જેમ સારંગીના બે તાર સુરમા જો ચહડાવવામાં આવે તો એક તાર વગાડતાં બીજો



ચિત્ર નાં૦ ૧૦૦.
આરમેચર અને સ્લીપ રીંગ કૉમ્યુટેટર.

તાર પોતાની મેળે ધ્રૂજીને અવાજ કાઢે છે અને બન્ને તાર સાથે વગાડતાં એકજ અવાજ નિકળે છે, તેમ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટમાં સીન્ક્રોનીઝમ (synchronism) અથવા સમકાળતા થવાની જરૂર છે. એવાં મશીનોમાં ફીલ્ડમાં ડી. સી. કરન્ટ આપવામાં આવે છે અને આરમેચરમાં એ. સી. આપવામાં આવે છે. આ કારણ થકી ફીલ્ડ કૉઇલમાં કરન્ટ દાખલ કરવા માટે એની આરમેચર શાફ્ટ ઉપર એક સ્લીપરીંગ કૉમ્યુટેટર રાખવામાં આવે છે, અને એજ મોટરથી ચાલતા એક નાના ડી. સી. ડાઇનેમોને ફીલ્ડ એક્ષાઇટર તરીકે જોડવામાં આવે છે.

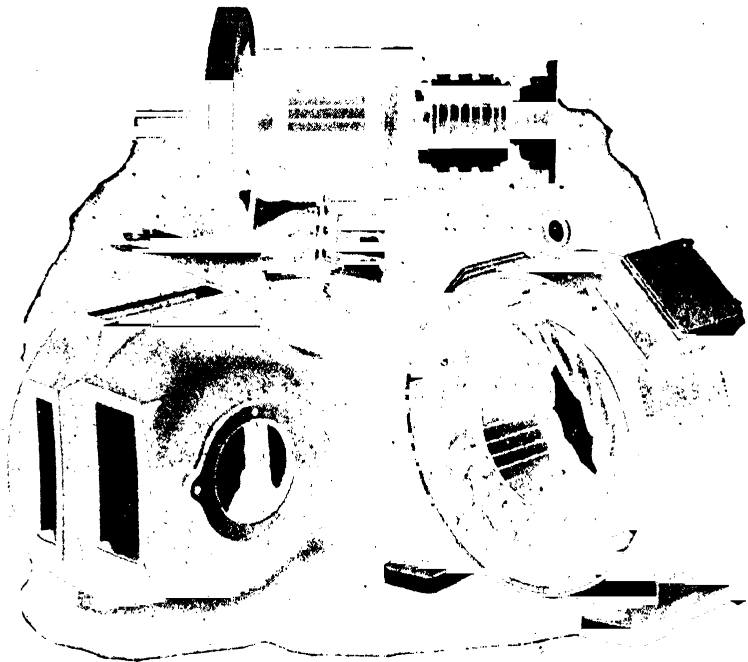
એ. સી. મોટરો ત્રણ જાતના આવે છે:—સ્લીપરીંગ અથવા કૉમ્યુટેટર મોટર, સીન્ક્રોનસ મોટર, અને ઇન્ડકશન મોટર.



ચિત્ર નાં૦ ૧૦૧.

પ્રોટેક્ટેડ સ્લીપ રીંગ ઇન્ડકશન મોટર.

કૉમ્યુટેટર અથવા સ્લીપ રીંગ મોટર (Commutator or Slip Ring Motor)—એ જાતના એકજ ફેઝ



ચિત્ર નાં૦ ૧૦૨.

સ્લીપ રીંગ મોટર. (મેટ્રોપોલીટન–વીકર્સ)

(single phase) ના મોટરો લગભગ ડાયરેકટ કરન્ટ સીરીઝ મોટર જેવાજ હોય છે. એ સીંગલ ફેઝ મોટરનો પાવર ફેકટર ઘણો ઓછો હોય છે. એ મોટરમાં કૉમ્યુટેટર અથવા સ્લીપ રીંગ પણ હોય છે (જુવો ચિત્ર નાં૦ ૧૦૧). એવા મોટર લોડ સાથે ચાલુ કરી શકાતા નથી, કારણ કે તેઓની તોર્ક ખમવાની શક્તિ ઘણી ઓછી હોય છે, અને તેથી તેઓને ચાલુ કરવા માટે બીજાં કાંઇ યાંત્રિક અથવા ઇલેકટ્રીક સાધનની જરૂર પડે છે. જેટલા ફેઝનો ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ હોય તેટલાજ ફેઝનો મોટર રાખવો પડે છે. જ્યાં મોટરો ઘડી ઘડી ચાલુ–બંધ કરવામાં આવતા હોય ત્યાં આવી જાતના મોટરો પસંદ કરવામાં આવતા નથી. એ જાતના મોટરો પોતાની મેળે ચાલુ થાય તેવા (self-starting) પણ બનાવવામાં આવે છે. હાઇ વોલ્ટેજ અને એકજ સરખા લોડ માટે એવા મોટરો વપરાય છે.

સીંગલ ફેઝ મોટર સાથે કલચ અથવા ફાસ્ટલુઝ પુલીની ગોઠવણ રાખવી જોઇએ. પણ સેલ્ફ-સ્ટારટીંગ મોટર સાથે તેવી ગોઠવણની જરૂર રહેતી નથી.

પોલીફેઝ સ્લીપ રીંગ મોટરમાં સ્લીપ રીંગોની મદદથી રોટરના સરકીટમાં બાહેરનો રીઝીસ્ટન્સ જોડી શકાય છે. જેથી મોટર ચાલુ કરતી વખતે શરૂઆતનો તોર્ક ખેંચી શકે છે, અને તે માટે શરૂઆતમાં ઘણો કરન્ટ ખાતો નથી. વળી એ રીઝીસ્ટન્સ ઓછો વધતો કરવાથી મોટરની સ્પીડ પણ ઓછી વધતી કરી શકાય છે. જ્યારે સ્લીપ રીંગ મોટરો લાંબે લાંબે વખતે ચાલુ કરવાના હોય અને ચાલુ કીધા પછી તેઓને લાંબો વખત ચાલુ રાખવાના હોય, ત્યારે તેઓની સ્લીપ રીંગોને શૉર્ટ સરકીટ કરીને તેઓનાં બ્રશ રીંગો ઉપરથી ઉંચકી લેવાની ગોઠવણ રાખવામાં આવે છે, જેથી સ્લીપ રીંગો અને બ્રશ નકામાં ઘસાયા કરે નહીં, તેમજ સ્લીપ રીંગો અને રીઝીસ્ટન્સ વચ્ચેના તારોમાં નકામો કરન્ટ જઇને વ્યર્થ જાય નહીં. સારા મેકરના સ્લીપ રીંગ ઇન્ડકશન મોટરો અરધા લોડે પણ સારી ઇફીસીઅન્સી આપી શકે છે અને પાવર ફેકટર પણ આસરે ૮૦ ટકા સુધી આપી શકે છે.

સીન્ક્રોનસ મોટર—(Synchronous Motor)—એક ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના જેનેરેટરને જો બાહેરથી ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ આપવામાં આવે તો તે ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના મોટર તરીકે પણ ઉલટી ચાલે ચાલે છે, કે જેવી રીતે ડાયરેકટ કરન્ટના જેનેરેટરમાં પણ બને છે. એવા ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના મોટરને સીન્ક્રોનસ મોટર કહે છે. એવા મોટરનું મેગ્નેટીક ફીલ્ડ એક ડાયરેકટ કરન્ટના જેનેરેટરમાંથી લીધેલા ડી. સી. કરન્ટથી તેજ (exite) કરવામાં આવે છે. એવા મોટરો પાવર માટે ઘણા જવલ્લેજ વપરાય છે, પરંતુ કોઇ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટનો પાવર ફેકટર વધારવા માટે એવા સીન્ક્રોનસ મોટર વપરાય છે. એવાં કામ માટે એવા મોટરને જોઇએ તે કરતાં વધુ તેજ (over exited) કરવામાં આવે છે. એવો મોટર કાંઇબી લોડ વગર પણ સરકીટને છેડે દૂરને છેડે જોડીને માત્ર કન્ડેન્સર તરીકે ચલાવામાં આવે છે, અને એવી રીતે ખાસ કરી મોટા પાવરના ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટન સરકીટનો પાવર

ફેકટર વધારવા માટેજ વપરાય છે. એવા મોટરની વગર લોડે સીન્ક્રોનસ સ્પીડ કેટલી થશે તે શોધી કાહડવા માટે નીચલી ગણુતરી વપરાય છે:—

(સાયકલ અથવા પીરીઅડ×૧૨૦)÷પોલની સંખ્યા=સ્પીડ.

સીન્ક્રોનસ મોટર લોડ વગર ખાલી તેમજ લોડ સાથે ચલાવવામાં આવે છે. તે લોડનો થોડોક ભાગ પણ સ્ટારટીંગ વખતે ખેંચી શકે છે, પણ એ લોડ સાથે ફુલ સ્પીડે ચાલુ કરી શકાતો નથી. જો સીંગલ ફેઝ હોય તો એને ચાલુ કરવા માટે બીજો જૂદો મોટર વાપરવો પડે છે, અને જો પોલી ફેઝ હોય તો તેની ઉપર લોડ લેવા અગાઉ તેને તેની સીન્ક્રોનસ સ્પીડે પેહલ્લાં ચલાવવો પડે છે. એક વખત સીન્ક્રોનસ સ્પીડે ચાલવા માંડયા પછી એ જાતના મોટર સંતોષકારક રીતે ચાલ્યા કરે છે. એકજ સરખા લોડ અને એક સરખી ઝડપે ચાલવા માટે એ જાતના મોટર વપરાય છે. પણ એના લોડ કે સ્પીડમાં ફરક પડતાં એ તકલીફ આપે છે. નાના પાવરના સીન્ક્રોનસ મોટર જેમ એક ઑઇલ એન્જીનનુ ફ્લાઇ વ્હીલ હાથે ફેરવી તેને ચાલુ કરવામાં આવે છે, તેમ પેહલ્લાં હાથવડે ફેરવીને ચાલુ કરી શકાય છે, અને જોઇતી સ્પીડ પકડવા પછી એક કલચ કે ફાસ્ટલુસ પુલી મારફતે એની ઉપર લોડ લઇ શકાય છે; કારણ કે મોટર સ્ટાર્ટ થતી વખતે તે જે વધારાનું જોર (torque) માંગે છે તે એ જાતના મોટર આપી શકતા નથી. એ મોટરનો લોડ જ્યારે બરાબર પુરો હોય અને સીન્ક્રોન્સ સ્પીડે એ ચાલતો હોય ત્યારે એનો પાવર ફેકટર ૧ નો થાય છે, પણ એના લોડ કે સ્પીડમાં જરાપણ હરકત પડતાં તે ઓછો વધતો થઇ જાય છે. જો ચાલુમાં એનો મુકરર કીધેલો લોડ ઓછો થાય તો એનો કરન્ટ આગળ દોડે છે (leads), અને વોલ્ટેજ પાછળ પડી જાય છે (lags); પણ જો લોડ વધતો થાય તો એથી ઉલટી અસર થાય છે. એવી વખતે એ મોટરના ડી. સી. એક્ષાઇટરના ફીલ્ડમાં રીઝીસ્ટન્સ ઓછો વધતો કરી તેનો પાવર ફેકટર બરાબર ૧ (unity) નો રાખવા માટે તેની સ્પીડ બરાબર સીન્ક્રોનસ કરી લેવામાં આવે છે.

ઑટો સીન્ક્રોનસ મોટર (Auto-Synchronous Motor)માં એવી ગોઠવણુ કીધેલી હોય છે કે તેને ચાલુ કરતી

વખતે તે બેથી ત્રણ ગણો વધુ પાવર આપી શકે છે, જેમાં તે વધુ કરન્ટ ખાતો નથી. એની બનાવટ ઇન્ડકશન મોટરને મળતી આવે છે; પણ એમાં ફીલ્ડને તેજ કરવા માટેનો એક્ષાઇટર (exciter) રાખવો પડે છે, જેથી એ ઇન્ડકશન મોટર તરીકે સ્ટાર્ટ થઇ શકે છે અને પછી સીન્ક્રોન્સ મોટર તરીકે લોડ ખેંચી શકે છે. એને સેલ્ફ સ્ટારટીંગ સીન્ક્રોનોસ મોટર પણ કહે છે.

ઇન્ડકશન મોટર (Induction Motor)—એ મોટરમાં આરમેચર અને ફીલ્ડ મેગ્નેટ એવા બેજ ભાગો હોય છે. સ્થિર ફીલ્ડ મેગ્નેટ અથવા આરમેચરને સ્ટેટર (stator) કહે છે, અને ફરતા ફીલ્ડ મેગ્નેટ અથવા આરમેચરને રોટર (rotor) કહે છે. (જુવો પાનું-૧૫૯.) એમાં પણ સીંગલ ફેઝ અને પોલી ફેઝ મોટરો ઇન્ડકશન જાતના આવે છે. સ્લીપ રીંગ વગરના મોટરમાં રોટર અને સ્ટેટર વચ્ચે કશોબી ધાતુનો વિજળીક સંબંધ હોતો નથી, પણ સ્ટેટરમાં ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ દાખલ કરવાથી જે ફીલ્ડ ઉત્પન્ન થાય છે તેનાં ઇન્ડકશનનાં ખેંચાણથીજ રોટર ફરે છે.

ચિત્ર નાં૦ ૧૦૩.
પ્રોટેકટેડ ઇન્ડકશન મોટર. (મેત્રોપોલીટન-વીકર્સ.)

એક ડાયરેકટ કરન્ટનો મોટર જો એવી રીતે બનાવ્યો હોય કે તેનું આરમેચર ફરવા સાથે તેના ફીલ્ડ મેગ્નેટો પણ ગોળ ફરવા માંડે તો તે ઇન્ડકશન મોટરને મળતો આવે. ધારો કે આરમે-

ચર સ્થિર છે અને ફીલ્ડ મેગ્નેટમાં પુરતો કરન્ટ દાખલ કરવાથી તે ફુલ સ્પીડે ફરવા માંડે છે. આથી ફીલ્ડ મેગ્નેટમાંથી કરન્ટ ઇન્ડકશન મારફતે આરમેચરમાં જઇને તેને પણ ફેરવવા માંડે છે જેથી ફીલ્ડ મેગ્નેટ સાથે આરમેચર પણ ફરવા માંડે છે. જો લોડ નહીં હોય તો ફીલ્ડ અને આરમેચર બંનેની સ્પીડ એક સરખી સીન્ક્રોનસ રહે પણ લોડ સાથે એ બેની સ્પીડમાં ફરક પડે છે જેને સ્લીપ (slip) કહે છે. ઇન્ડકશન મોટરો હવે સ્કવીરલકેજ જાતના તેમજ સ્લીપ રીંગ અથવા કૉમ્યુટેટરવાળા પણ બનાવવામાં આવે છે.

ઇન્ડકશન મોટરની થીઅરી (Theory of Induction Motors)—એક ચાર પોલવાલા સ્ટેટર ફીલ્ડ અને રોટર આરમેચરના ટુ ફેઝના મોટરની તપાસ લઇએ તો માલમ પડશે કે આરમેચરના એક રેવોલ્યુશનમાં એના ફીલ્ડ મેગ્નેટની પોલેરીટી ચાલુ બદલાયા કરે છે, અને જ્યારે એક વખતે પોલની એક જોડી પૉઝીટીવ-નેગેટીવ થાય છે ત્યારે બીજી જોડી તદન નિરૂપયોગી અથવા ૦ થઇ જાય છે. પછી ૪૫ ડીગ્રી વધુ આરમેચર ફરતાં પેહલ્લી જોડી નિરૂપયોગી (neutral) થઇ જાય છે ત્યારે બીજી તેજ થઇને સામસામને પૉઝીટીવ-નેગેટીવ થઇ જાય છે. એ પ્રમાણે રોટરનાં આખાં રેવોલ્યુશનમાં સ્ટેટરની ચારે પોલોની પોલેરીટી બદલાયા કરે છે. અને તેથી ફરતાં આરમેચર ઉપર ચાર જૂદી જૂદી બાજુએ ઇન્ડકશનનું ખેંચાણ આવ્યું જવાથી આરમેચર ફરતું રહે છે. જો ચાર મેગ્નેટીક પોલ એક સરકલમાં ગોઠવીને તેઓનાં ફીલ્ડમાં એક મેગ્નેટીક સોય ટાંગવામાં આવે, અને દરેક પોલની જોડીને અવારનવાર ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ આપવામાં આવે તો તે મેગ્નેટીક સોય અથવા નિડલ જે પોલની જોડી તેજ થાય તે તરફ ફરી જાય, અને એવી રીતે ઘણી ઝડપથી જો બન્ને જોડીઓ અવારનવાર તેજ થયા કરે તો સોયના પૉઝીટીવ-નેગેટીવ પોલો ફીલ્ડના નેગેટીવ પૉઝીટીવ પોલો તરફ ખેંચાઇને ફર્યા કરે. ફીલ્ડમાં એક વખતે જે પોલ પૉઝીટીવ અને તેની સામેનો નેગેટીવ થાય છે, તે બીજી વખત નેગેટીવ થઇ તેની સામેનો પૉઝીટીવ થયા કરે છે. ટુ ફેઝ માટે ચાર પોલ અને થ્રી ફેઝ માટે છ પોલ વાપરવામાં આવે છે.

સીંગલ ફેઝ ઇન્ડકશન મોટર (Single-Phase Induction Motors) સીન્ક્રોનસ મોટર માફક ચાલુ કરતી વખતે

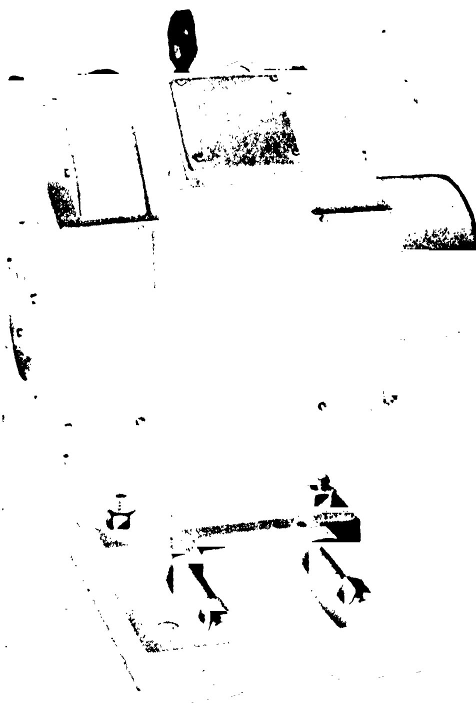
લોડ ખેંચી શકતો નથી કારણ કે એને સ્ટારટીંગ તોર્ક (starting torque) હોતો નથી. એને સ્ટાર્ટ કરતી વખતે એનો રોટર હાથે અથવા કાંઇ બીજી યાંત્રીક યુક્તિથી ફેરવવો પડે છે. નહી તો એના ફેઝના બે ભાગ (split) કરીને તુ ફેઝની અસર ઉપજાવવામાં આવે છે, જે ઉપર મોટરને ચાલુ કરીને પછી એક ઓટોમેટીક ગવર્નર મારફતે એ પૉલીફેઝનું કનેકશન છોડી નાંખી સીંગલ ફેઝ ઉપર ચાલુ રાખવામાં આવે છે.

સ્કવીરલ કેજ મોટર (Squirrel–Cage Motor)–આ ઇન્ડકશન મોટરમાં રોટરનું વાઇન્ડીંગ ખીસકોલીનાં પાંજરાંના જેવું લાગતું હોવાથી એને સ્કવીરલ કેજ મોટર કહે છે. એ જાતના મોટર ઘણાજ સાદા, ગુંચવાડા વગરના હોય છે, અને ડાયરેક્ટ કરન્ટ શન્ટ વાઉન્ડ મોટરના જેવાજ એમાં પણ ફાયદા હોય છે. એવો મલ્ટીફેઝ અથવા પૉલીફેઝ મોટર ચાલુ કરતી વખતે શુરૂઆતમાં ફુલ-લોડ માટે જોઇએ તે કરતાં ત્રણગણો કરન્ટ ખાય છે, અને એના તોર્ક ખેંચવાની શક્તિ (ચાલુ કરતી વખતનો પાવર) એના ચાલુ લોડ કરતાં બમણીથી અઢીગણી જેટલી હોય છે. પાંચ અને તેથી ઓછા હોર્સ પાવરના સ્કવીરલ કેજ મોટરો લાઇનની સ્વીચ ઉપરથી વગર લોડે ચાલુ કરી શકાય છે, પણ તેથી વધુ હોર્સ પાવરના મોટરોને ચાલુ કરવા માટે વોલ્ટેજમાં ઘટાડો કરવાની ગોઠવણ રાખવી પડે છે, જે માટે ખાસ ટ્રાન્સફોર્મર સ્ટારટર (transformer starter) બનાવવામાં આવે છે. કોમ્યુટેટર અને સ્લીપ રીંગ

ચિત્ર નાં૦ ૧૦૪.
સ્કવીરલ કેજ મોટરનો રોટર
(મેટ્રોપોલીટન વીકર્સ.)

વગરના મોટરને સ્કવીરલ કેજ મોટર કહે છે. એના રોટર ઉપર ત્રાંબાના ફ્લેટ બાર ફરતા બાંધીને તેઓના બન્ને છેડા રીંગો સાથે જોડેલા હોય છે, અને એ બારો વચ્ચે થોડીક જગ્યા રાખવાથી ચિનાઇ ઉંદરનાં પીંજરાં જેવું લાગે છે. કેટલાકો એને શોર્ટ સરકીટેડ રોટર (short circuited rotor) પણ કહે છે. ચિત્ર નાં૦ ૧૦૪ માં જાણીતી મેટ્રોપોલીટન વીકર્સ (Metropolitan Vickers) ઇલેક-ટ્રીકલ કંપનીના સ્કવીરલ કેજ મોટરનો રોટર બતાવ્યો છે, જેમાં ત્રાંબાની આજુબાજુની એરીંગો ઉપર આડા ત્રાંબાંના કન્ડકટરો વેલ્ડ (weld) કરી જાથુકનો સાંધો મારી જોડેલા હોય છે, અને તેમાં કશું ઇનસ્યુલેશન નહી હોવાથી કશો પણ બિગાડ કે ભાંગતૂટ થવાનો સંભવ રેહતો નથી. એ મેકરના હાઇ તોર્કના મોટરો સ્ટાર્ટ કરતી વખતે ૪૦ થી ૬૦ ટકાથી વધુ કરનટ ખાતા નથી.

સ્કવીરલ કેજ મોટરની સ્ટારટીંગ ઇફીસીઅન્સી ઘણી ઓછી હોય છે. સાધારણ બજારૂ સ્કવીરલ કેજ મોટરો તો લોડ સાથે ચાલુ કરતાં ૪ થી ૫ ગણો વધુ કરન્ટ માંગે છે. આથી કેટલીક ઇલેકટ્રીક સપ-લાઇ કંપનીઓ ચોકકસ પાવરથી વધુ માટે સ્કવી-રલકેજ ઇન્ડકશન મોટર વાપરવા દેતી નથી, પણ તેને બદલે સ્લીપરીંગ મોટર વાપરવા ફરજ પાડે છે. સ્લીપરીંગ મોટરના રોટરમાં જે રીઝીસ્ટન્સ આપવામાં આવે છે તેથી તેનો સ્ટા-રટીંગ તોર્ક (શક્તિ) વધે છે, અને ચાલુ કરતી વખતે કરન્ટ પણ ઓછો ખાય છે. પણ તેની ચાલુ ઇફી-સીન્સી ઓછી રહે છે. આ કારણ થકી કેટ-લાક મેકરોએ ઇન્ડ



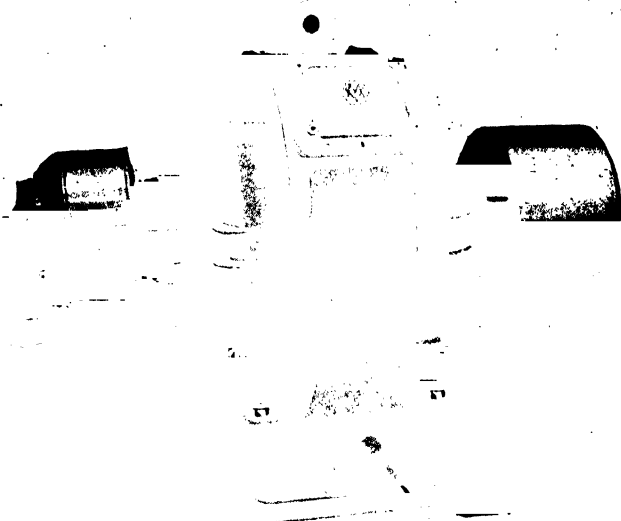
ચિત્ર નાં૦ ૧૦૫.

સ્કવીરલ કેજ મોટર (મેટ્રોપોલીટન વીકર્સ)

ક્શન મોટરમાં સુધારા કરીને તેની સ્ટારટીંગ ઇફીસીઅન્સી વધારી છે, પણ તેથી એવા મોટર વધારે ગુચવાડા ભરેલા અને નાજુક થઇ પડે છે. આટલું છતાં મેટ્રોપોલીટન વીકર્સે એ જાતનો મોટર ઘણો સુધારવા છતાં તેની અસલ સાદી અને મજબુત બનાવટ જાલવી રાખી છે. જ્યારે એક સાધારણ બજારૂ ઇન્ડકશન મોટર ડાયરેક્ટ સ્ટારટર સાથે અને ૧૨૦ ટકા તોર્ક સાથે ફુલ લોડે વપરાતા કરન્ટ કરતાં પાંચ ગણો વધુ કરન્ટ સ્ટાર્ટ કરતી વખતે ખાય છે, ત્યારે મેટ્રોવીક C K B મોટર ઑટો ટ્રાન્સફૉરમર સ્ટારટર સાથે માત્ર ત્રણ ગણો ખાય છે. તે છતાં એની ઇફીસીઅન્સી અને પાવર ફેકટર સ્લીપરીંગ મોટર જેટલી જ રહે છે, અને સ્ટારટીંગ તોર્ક ફુલ લોડથી બમણો રહે છે.

સ્કુવીરલ કેજ અને સ્લીપ રીંગ મોટરો વચ્ચે સરખામણી કરતાં એ યાદ રાખવું જોઇએ કે સ્કવીરલ કેજના રોટરમાં ત્રાંબાના બારને લીધે રીઝીસ્ટન્સ ઘણોજ ઓછો રહેવાથી તે મોટર ચાલુ કરતી વખતે પુષ્કળ કરન્ટ તેમાં ધસી જાય છે, જે ફુલલોડે જોઇતા કરન્ટ કરતાં ત્રણ–ચાર ઘણો વધારે હોય છે, પણ તે થોડીક પળ સુધીજ હોય છે. સ્લીપ રીંગ મોટરનો રોટર ત્રાંબાના તારથી બાંધેલો (wound) હોવાથી તેમજ તેની સ્લીપ રીંગો મારફતે તેમાં રીઝીસ્ટન્સ દાખલ કરી શકાતો હોવાથી તેને ચાલુ કરતી વખતે તેના ફુલલોડ વખતે વપરાય તેટલોજ કરન્ટ તે માંગે છે. પણ જો સ્કવીરલ કેજ મોટરને ચાલુ કરતી વખતે કલચ અથવા લુઝપુલીની મદદથી તેનો લોડ ઓછો કરી નાખવામાં આવે તો શરૂઆતમાં જોઇતો કરન્ટ પણ ૨૫ થી ૩૦ ટકા ઓછો કરી શકાય છે. એ કામ સ્ટારટીંગ ઑટો ટ્રાન્સફૉરમરથી થઇ શકે છે, જેથી શુરૂઆતમાં ઓછા વોલ્ટે ઘણો કરન્ટ આપી જેમ જેમ સ્પીડ વધતી જાય તેમ તેમ પ્રેસર વધારી શકાય છે. બધી રીતે જોતાં સ્કવીરલ કેજ મોટર વધારે પસંદ કરવા જોગ હોય છે, કારણ કે તેઓની બનાવટ ઘણીજ સાદી કાંઇબી ગુંચવાડા વગરની હોય છે.

જો પબ્લીક સપલાઇ કંપનીના કરન્ટ ઉપર એક મોટર ચલાવવનો હોય અને તે કંપનીનો લાઇટ તથા પાવર માટે એકજ તાર હોય તો પાંચ હૉર્સ પાવરથી વધુ પાવરનો સ્કવીરલકેજ મોટર તે તાર ઉપર



ચિત્ર ના૦ ૧૦૬
સ્લીપ રીંગ ઇન્ડકશન મોટર
(મેટ્રોપોલીટન વીકર્સ)

જોડવો સલાહકારક નથી, કારણ કે એ મોટર ચાલુ કરતી વખતે જે વધારાનો (લગભગ ત્રણગણો) કરન્ટ ખાય તેથી આજુબાજુની રોશની બુજાઇ જવા કે ઝાંખી થઇ જવાનો તેમજ બીજાં મોટરોની ચાલ ઓછી થઇ જવાનો સંભવ રહે છે. પણ જો વોલ્ટેજ ઓછો કરી નાખનારો સ્ટારટીંગ ટ્રાન્સફોરમર વાપરવામાં આવે તો વધુમાં વધુ ૧૦ હૉર્સ પાવર સુધીનો મોટર એવા તાર ઉપર જોડી શકાશે.

જો પાવર માટે જુદું કનેકશન આપવામાં આવે તો ૫૦૦ હૉર્સ પાવર ખાતી એક ફેકટરીમાં સ્ટારટીંગ ટ્રાન્સફોરમરની મદદ વગર પચ્ચીસ પચ્ચીસ હૉર્સ પાવરના મોટરો સીધા સ્વીચ ઉપરથી ચાલુ કરી શકાય છે, અને સ્ટારટીંગ ટ્રાન્સફૉરમરો અને કલચ અથવા લુઝપુલી સાથે પચાસ હૉર્સ પાવરના મોટરો ચાલુ કરી શકાય છે.

જ્યાં મોટર ચાલુ કરતી વખતે લોડ અને તેનો તોર્ક ઘણો આવવાનો સંભવ હોય ત્યાં સ્લીપ રીંગ મોટર વાપરવા ઠીક થઇ પડે છે. એકજ લાઇન ઉપરથી લાઇટ અને પાવર લેવાના હોય અને

મોટર ૫–૧૦ હૉર્સ પાવરથી વધુના હોય તો સ્લીપરીંગ મોટર પસંદ કરવામાં આવે છે.

સ્લીપ રીંગ સાથે ઇન્ડકશન મોટરો ઓછી વધતી ઝડપે (variable speed) ચાલે તેવા મલી શકે છે. સ્કવીરલ કેજ મોટર માત્ર એકજ સ્પીડે ચાલી શકે છે, પણ બનાવટમાં તે તદ્દન સહેલ અને સાદો અને મજબુત હોય છે.

વેરીએબલ સ્પીડવાલા સ્લીપરીંગ મોટર ભાર ઉંચકનારી ક્રેન તથા ફાસ્ટ કે સ્લો થયા ફરતી ઝડપવાલાં મશીન ચલાવવા વપરાય છે. એવા ક્રેનના મોટરો ભારે વજન સાથે ધીમી ચાલે અને હલકાં વજન સાથે ઝડપી ચાલે ચાલી શકે છે. એમાં સ્પીડ ઓછી વધતી કરવા માટે રોટરના સરકીટમાં રીઝીસ્ટન્સ સીરીઝમાં આપવામાં આવે છે.

ઇન્ડકશન મોટરની સ્પીડમાં પડતો ફરક (Variation in Speed)—પૉલીફેઝ મોટરમાં લોડ ઓછો વધતો થવાથી તે મોટરની ચાલમાં કશો ફરક પડતો નથી. ડાયરેકટ કરન્ટ મોટરમાં તો ફુલ લોડ અને નો લોડ (no load)ની સ્પીડ વચ્ચે ૩૦ થી ૪૦ ટકાનો ફરક પડે છે, પણ પૉલીફેઝ મોટરમાં લોડ ઘટવા છતાં સ્પીડ એકજ સરખી રહે છે, પણ તેમ તે કરન્ટ પણ ઓછો ખાતો નથી; જ્યારે ડાયરેકટ કરન્ટ મોટરમાં લોડ ઓછો થવાથી સ્પીડ ઓછી થાય તો તે કરન્ટ પણ ઓછો ખાય છે. રોટરના સરકીટમાં રીઝીસ્ટન્સ મૂકી તે ઓછો વધતો રેગ્યુલેટ કરવાથી ઇન્ડકશન મોટરની સ્પીડ ઓછી વધતી જોઇએ તેટલી રાખી શકાય છે.

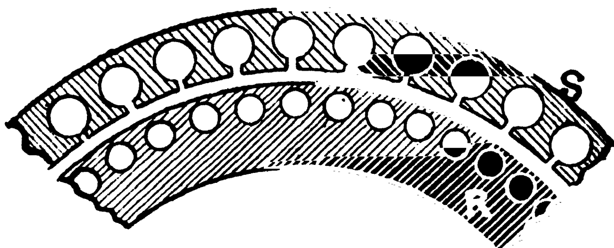
ઇન્ડકશન મોટરનો લોડ (Load of Induction Motor) જેમ જેમ વધારતા જઇએ તેમ તેમ તેની સ્પીડ સહેજ ઘટે છે, અને જ્યાં સુધી તેનો વધુમાં વધુ (maximum) લોડ ખમવાની શક્તિ મુજબ તેનો લોડ વધારતા જવામાં આવે ત્યાં સુધી તેની સ્પીડ સહેજ ઓછી થતી જાય છે. આથી વધારે લોડ લેવાથી મોટર બંધ થઇ જાય છે જે તેનો બ્રેકડાઉન લોડ (breakdown load) કહેવાય છે. બ્રેકડાઉન લોડથી ચાલુ વરકીંગ લોડ માત્ર અરધોજ રાખવામાં આવે છે.

ઇન્ડકશન મોટરની સીન્ક્રોનસ સ્પીડ (Synchronous Speed of Induction Motors)–ઇન્ડકશન મોટરની

સ્પીડ ઓછી કરવા માટે પોલની સંખ્યા વધારવામાં આવે છે. એ વધારો ટુ ફેઝ માટે ૪ ના ગુણક આંકડાથી અને થ્રી ફેઝ માટે ૩ ના ગુણક આંકડાથી વધારવામાં આવે છે. ઇન્ડકશન મોટરની વધુમાં વધુ અથવા સીન્ક્રોનસ સ્પીડ કેટલી રાખવામાં આવે છે તે નીચે પ્રમાણે શોધી કાહડી શકાય છે:—

મીનીટની ૬૦ સેકન્ડની સંખ્યાને દર સેકન્ડે થતી સાઇકલવડે ગુણીને પોલની જોડીની સંખ્યા વડે ભાંગવા. જેમકે ૧૨ પોલ અને ૫૦ સાઇકલના મોટર માટે (૬૦×૫૦)÷૬=૫૦૦ રેવોલ્યુશન્સ મીનીટ.

ઇન્ડકશન મોટરની બનાવટ (Construction of Induction Motors)—ઇન્ડકશન મોટરના સ્ટેટર તથા રોટર લોહડાંનાં પત્રાંના ચિત્ર નં. ૧૦૭ માં બતાવ્યા પ્રમાણે પંચથી કાપીને તેઓને એક બીજા ઉપર ચોડ કરી વચ્ચે ઘટતું ઇન્સ્યુલેશન મુકીને લેમીનેટેડ (laminated) બનાવવામાં આવે છે. આથી સ્ટેટર S એક રીંગ જેવો બની તેમાં ડ્રમ જેવો રોટર R ફરે છે. દરેક પ્લેટમાં ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબના છીદ્રો પન્ચ કરી કાહડવામાં આવે છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧૦૭.

ઇન્ડકશન મોટરની બનાવટ.

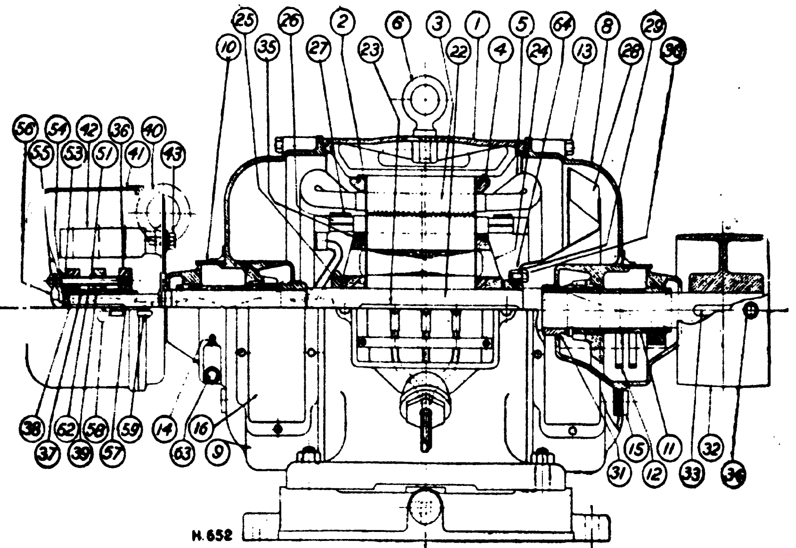
ફીલ્ડની બાહેરની રીંગમાં પાડેલાં છીદ્રોમાં અંદરને છેડે સ્લૉટ (slot) અથવા ખાંચા કાપી કાહડવામાં આવે છે, અને એ દરેક સ્લૉટવાળા ગાળામાં નાના મોટરમાં એક અને મોટા મોટરમાં બે અથવા વધુ ત્રાંબાના કન્ડકટરો રાખવામાં આવે છે. સ્ટેટર તથા રોટરમાં કેટલા સ્લૉટ રાખવા તેની ગણતરી નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે:—

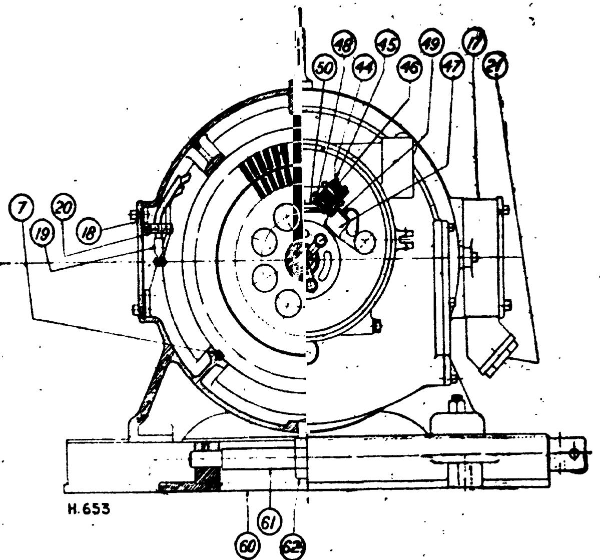
૧. મોટરમાં જેટલા પોલ રાખેલા હોય તેની સંખ્યા વડે તેમજ ફેઝની સંખ્યાવડે ગૂણી શકાય તેટલી સંખ્યામાં ફીલ્ડ ફ્રેમમાં સ્લૉટ રાખવામાં આવે છે. અથવા ફીલ્ડમાં રાખેલા સ્લૉટની સંખ્યાને પોલની સંખ્યા તેમજ ફેઝની સંખ્યાવડે ભાગી શકાય. મશીનમાં ૧૨ પોલ હોય તો ફીલ્ડમાં ૧૪૪ સ્લૉટ રાખવામાં આવે છે, જેથી દરેક પોલ દીઠ ૧૨ સ્લૉટ આવે, અને જો થ્રી ફેઝ મશીન હોય તો પોલ×ફેઝ દીઠ ૪ સ્લૉટ, અને જો ટુ ફેઝ મશીન હોય તો પોલ×ફેઝ દીઠ ૬ સ્લૉટ આવે.

૨. રોટરમાં પોલ×ફેઝ દીઠ રાખવાના સ્લૉટની સંખ્યા એટલી રાખવામાં આવે છે ફીલ્ડમાં પોલ×ફેઝ દીઠ રાખેલા સ્લૉટ કરતાં એક વધુ કે એક ઓછી (એકકી) રાખવામાં આવે છે. એટલે તે સંખ્યા એવી હોવી જોઇએ કે જે પોલની સંખ્યાવડે અથવા ફીલ્ડની સંખ્યા વડે ભાંગી શકાય નહી. સ્કવીરલ કેજ મોટરના રોટરમાં રાખવામાં આવતા કન્ડકટરોની સંખ્યા પણ એજ મુજબ ગણી કાહડવામાં આવે છે. ફીલ્ડમાં એકકીની સંખ્યામાં સ્લૉટ રાખી રોટરમાં એકકીની સંખ્યામાં સ્લૉટ રાખવાનું કારણ એ છે કે આખાં રેવોલ્યુશનમાં ડેડ પૉઇન્ટ (અથવા સ્ટીમ એનજીનમાં કનેકટીંગ રૉડ અને ક્રેન્ક વચ્ચે આવતાં ડેડ સેન્ટર) જેવી અસર થાય નહીં.

૩. ઘણા મોટા મોટરમાં, જેમાં દરેક સ્લૉટમાં એકથી વધુ કન્ડકટરો રાખેલા હોય તેમાં, રોટરના સ્લૉટની સંખ્યા એટલી હોવી જોઇએ કે જે ફેઝની સંખ્યા વડે તેમજ પોલની અરધી સંખ્યા વડે ભાંગી શકાય. જેમકે ૮ પોલ હોય અને ૩ ફેઝ હોય તો રોટરના સ્લૉટની સંખ્યા ૭૨ અથવા ૧૪૪ ની આવે.

ફીલ્ડના દરેક સ્લૉટમાં એક કન્ડકટરવાલા મોટરમાં રોટરના સ્લૉટની સંખ્યા પોલની ૭ અને ૯ ગણી જેટલી સંખ્યાની વચ્ચેની કોઇબી રાખવામાં આવે છે. એટલે જો ૮ પોલ હોય તો રોટરમાં ૫૬ અને ૭૨ વચ્ચેની ગમે તે સંખ્યા (૬૪ શિવાય) રાખવામાં આવે છે. એજ જાતના મોટા મોટરમાં રોટરના સ્લૉટની સંખ્યા ફીલ્ડના સ્લૉટ કરતાં ૧$\frac{1}{4}$ કે ૧$\frac{1}{3}$ જેટલી વધુ રાખવામાં આવે છે. જેમ કે ફીલ્ડમાં ૧૪૪ સ્લૉટ હોય હોય તો ૧૮૦ કે ૧૯૨ સ્લૉટ રોટરમાં રાખવામાં આવે છે. આ ઉપરથી જોવામાં આવશે કે એ બન્ને સંખ્યાને ૨ કે ૩ થી ભાંગી શકાય છે. તેમજ ૧૨ પોલનું મશીન હોવાથી તેની અરધી સંખ્યા ૬ વડે પણ ભાંગી શકાય છે. ૮ થી ૧૬ પોલના મોટરો માટે ફીલ્ડના સ્લૉટ કરતાં ૧$\frac{1}{4}$ થી ૧$\frac{1}{2}$ ગણી સંખ્યા રોટરના સ્લૉટની રાખવામાં આવે છે.





ચિત્રો નાં ૧૦૮ અને ૧૦૯.

મેથર એન્ડ પ્લેટ મેકરના એ. સી. મશીનનાં સેક્શનલ ડ્રૉઇંગ:

ચિત્રો નાં૦ ૧૦૮ અને ૧૦૯ માં આપેલાં નંબરોનો ખુલાસો નીચે આપ્યો છેઃ—

૧ સ્ટેટર કેસ (stator case)
૨ સ્ટેટર રીંગ (stator ring)
૩ સ્ટેટર કોરપ્લેટ (coreplate)
૪ ચાવી (key)
૫ સ્ટેટર વાઇન્ડીંગ (stator winding)
૬ આઇ બોલ્ટ (eye bolt)
૭ કોરપ્લેટ કી (coreplate key)
૮ એન્ડ કવર, પુલી તરફ (end cover)
૯ એન્ડ કવર સ્લીપ રીંગ તરફ
૧૦ તેલનું ઢાંકણુ (oil lid)
૧૧ બેરીંગ બુશ (bearing bush)
૧૨ તેલની રીંગો (oil rings)
૧૩ સેટ સ્ક્રુ (set screw)
૧૪ તેલના છેદનું કવર
૧૫ ઇન્સ્પેકશન પ્લગ
૧૬ બ્લૅન્ક ફ્લેન્જ
૧૭ તરમીનલ બૉક્ષ (terminal box)
૧૮ ઢાંકણુ (lid)
૧૯ કેબલના છેડા
૨૦ કલીટ (cleat)
૨૧ કૉન્ડીટ ગ્લૅન્ડ (conduit gland)
૨૨ શાફ્ટ
૨૩ ચાવી
૨૪ રોટર એન્ડ રીંગ (rotor end ring)
૨૫ શ્રીન્ક રીંગ (shrink ring)
૨૬ વાઇન્ડીંગ
૨૭ બેન્ડીંગ વાયર (banding wire)
૨૮ પંખો
૨૯ પૅડ રીંગ (pad ring)

૩૦ સ્ક્રુ
૩૧ તેલ ઉડાડનાર (oil thrower)
૩૨ પુલી
૩૩ પુલીની ચાવી
૩૪ સેટ સ્ક્રુ
૩૫ ઇન્સ્યુલેશન
૩૬ સ્લીપ રીંગ
૩૭ સ્લીપ રીંગ હબ (slip ring hub)
૩૮ ચાવી
૩૯ ઇન્સ્યુલેશન
૪૦ ટેકો આપનારી પ્લેટ
૪૧ ડોમ કવર (dome cover)
૪૨ બ્રશ આર્મ (brush arm)
૪૩ સેટ સ્ક્રુ
૪૪ ઇન્સ્યુલેશન પૅડ (pad)
૪૫ ,, ,,
૪૬ ,, ટ્યુબ (tube)
૪૭ બ્રશ હોલ્ડર
૪૮ સ્ક્રુ
૪૯ બ્રશ
૫૦ કનેકશન
૫૧ ટરમીનલ સ્તડ
૫૨ ઇન્સ્યુલેશન ટયુબ
૫૩ ,, વૉશર
૫૪ સ્પ્રીંગ વૉશર
૫૫ લૉક નટ (lock nut)
૫૬ કેબલના છેડા
૫૭ આઇ બોલ્ટ
૫૮ વીંગ નટ (wing nut)
૫૯ પીન
૬૦ સ્લાઇડ રેલ (slide rail)
૬૧ સ્લાઇડ રેલ સ્ક્રુ

૬૨ ઑપરેટીંગ પૅગ (operating peg)
૬૩ ડ્રેન પ્લગ
૬૪ પંખાની બેઠક.

રોટેરી કનવરટર (Rotary Converter)—હાઇ વોલ્ટેજના ડાયરેક્ટ કરન્ટને લો વોલ્ટેજના ડાયરેક્ટ કરન્ટમાં બદલી નાખવા માટે રોટેરી કનવરટર નામનાં મશીન વપરાય છે, જેની બનાવટ મોટર જેનરેટરની જેવીજ હોય છે. આવા કનવરટરો ડી. સી. ને એ. સી. માં, અથવા એ. સી. ને ડી. સી. માં બદલી નાખવા માટે પણ વપરાય છે. મોટર જેનરેટરમાં એક બેડ પ્લેટ ઉપર એકજ શાફ્ટીંગ સાથે લગાડેલાં બે જૂદાં જૂદાં મશીનો હોય છે, ત્યારે રોટેરી કનવરટરમાં એકજ આરમેચર હોઇ તેની એક બાજુએ ડાયરેક્ટ કરન્ટ માટેનું કોમ્યુટેટર તથા બીજી બાજુએ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ માટેની સ્લીપ રીંગો હોય છે, અને જો બાહેરથી એક તરફ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ આપીએ તો બીજી તરફથી ડાયરેક્ટ કરન્ટ બાહેર પડે છે, અને જો એક તરફ ડાયરેક્ટ કરન્ટ આપીએ તો બીજી તરફ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ બાહેર પડે છે. ડાયરેક્ટ કરન્ટ બન્ને બાજુએ રાખવો હોય તો બંને તરફ કોમ્યુટેટર હોય છે, અને એક તરફ હાઇ વોલ્ટેજનો ડી. સી. કરંટ આપવાથી બીજી તરફ લો વોલ્ટેજનો ડી. સી. કરંટ મલે છે. એ જાતના કનવરટરને ડાઇનેમોટર (dynamotor) કહે છે; અને તેઓ તેલીફોન કે તેલીગ્રાફના કામમાં વપરાય છે. જ્યારે આવો એક મોટર જેનરેટર કે કનવરટર સ્ટોરેજ બેટરીને ચાર્જ કરતી વખતે મદદ કરવા વપરાય છે ત્યારે તેને બુસ્ટર (Booster) કહે છે. (જુવો પ્રકરણ—૨૮). સાધારણ રીતે ઑલટરનેટીંગને ડાયરેક્ટ કરંટમાં બદલી નાખનારાં મશીનોજ રોટેરી કનવરટર કહેવાય છે, જ્યારે ડાયરેક્ટને ઓછા કે વધતા ડાયરેક્ટ કરંટમાં બદલનારાં ડાયરેક્ટ કરન્ટ કનવરટર કહેવાય છે.

રોટેરી કનવરટરમાં જ્યારે ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટને ડાયરેક્ટ કરન્ટમાં બદલવો હોય ત્યારે ઘણુંખરૂં સીન્ક્રોનસ મોટર વાપરવામાં આવે છે. એવાં મશીન મલ્ટી પોલર ડી. સી. ડાઇનેમો અથવા મોટરને મલતાં આવે છે, જેમાંના આરમેચરનાં વાઇન્ડીંગમાંથી ફરતા એક સરખા તફાવતે કરન્ટ છેજી અથવા ખેંચી (tapped) કરીને બીજી

તરફની સ્લીપ રીંગોમાં અથવા કોમ્યુટેટરમાં આપવામાં આવે છે. જો રોટેરી કનવરટરને બીજા મોટર અથવા એન્જીનથી ચલાવવામાં આવે તો તેની બન્ને તરફથી જુદી જુદી જાતના કરન્ટ મેલવી શકાય છે. આ પુસ્તકને પાને ૧૮૪ માં બતાવેલા મોટર જેનરેટર કરતાં રોટેરી કનવરટર વધારે સારો એટલા માટે કહેવાય છે કે એક મોટર જેનરેટરની ઇફી-સીઅન્સી જ્યારે આસરે ૮૫ ટકા હોય છે ત્યારે રોટેરી કનવરટરની લગભગ ૯૫ ટકા હોય છે. રોટેરી કનવરટરમાં બાહેરનો ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ આપવાથી તે સીન્ક્રોનસ મોટર તરીકે ચાલી શકે છે, અને સર-કીટને ચલાવનારા મેન ઑલ્ટરનેટરની ઝડપમાં વધઘટ થતાં રોટેરી કન્વરટરની સ્પીડમાં પણ તેટલીજ વધઘટ થાય છે.

રોટેરી કનવરટર કેટલી જૂદી જૂદી જાતનાં કામ કરી શકે છે તે નીચે આપ્યું છે:—

૧. ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ એક તરફ આપવાથી બીજી તરફથી ડાયરેકટ કરન્ટ મલે છે.

૨. ડાયરેકટ કરન્ટ એક તરફ આપવાથી બીજી તરફથી ઑલ્ટર નેટીંગ કરન્ટ મલે છે.

૩. ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટના સરકીટ ઉપર જોડવાથી સીન્ક્રોન્સ મોટર તરીકે ચાલે છે.

૪. ડાયરેકટ કરન્ટના સરકીટ ઉપર જોડવાથી ડાયરેકટ કરન્ટ મોટર તરીકે ચાલે છે.

૫. મિકેનિકલ પાવરથી જેનરેટર તરીકે ચલાવવાથી ડાયરેકટ કરન્ટ આપે છે.

૬. મિકેનિકલ પાવરથી જેનરેટર તરીકે ચલાવવાથી ઑલ્ટરને-ટીંગ કરન્ટ આપે છે.

૭. મિકેનિકલ પાવરથી જેનરેટર તરીકે ચલાવવાથી એકજ વખતે ડાયરેકટ તેમજ ઑલ્ટરનેટીંગ બંને જાતના કરન્ટ આપે છે.

૮. ઑલ્ટરનેટીંગ કરંન્ટ ઉપર જોડવાથી મોટર તરીકે પાવર ચલાવે છે, અને તેજ વખતે કૉમ્યુટેટર ઉપરથી જેનેરેટર તરીકે ડાયરેકટ કરન્ટ આપે છે.

૯. ડાયરેકટ કરન્ટ ઉપર જોડવાથી મોટર તરીકે પાવર ચલાવે છે, અને તેજ વખતે સ્લીપરીંગો ઉપરથી જેનેરેટર તરીકે આલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ આપે છે.

પ્રકરણ—૨૬.

ઇલેક્ટ્રીક મોટરની સામગ્રી.

ELECTRIC MOTOR APPLIANCES.

મોટરની ચાલ ઓછી કરવાની યુક્તિઓ (Speed Reducing Gears)—ઇલેક્ટ્રીક મોટરો સાધારણ રીતે ઘણી ઝડપી ચાલે ફરવા માટે બનાવેલા હોય છે, કારણ કે જેમ ઝડપ વધારે તેમ મોટર કીમ્મતમાં સસ્તો પડે છે. માટે કોઇ મશીન ચલાવવા માટે તેને પટા, ચેન, વર્મ, ચક્કર, કે ફ્રીકશન ગીઅરથી મોટર સાથે જોડવો પડે છે.

બેલ્ટ ગીઅર (Belt Gear)—પટાથી ચાલતા મોટર ઘણે ઠેકાણે વપરાય છે. એમાં પટાનો સાંધો લૅપ જોઇન્ટથી નહી પણ પટાના છેડા છોલી ટેપર કરીને અખંડ સીવાડીને એક સરખી જાડાઇનો સાંધો બનાવવો જોઇએ, જેથી પટાનો સાંધો મોટરની પુલી ઉપરથી પસાર થતાં મોટર આંચકો ખાય નહી. ચામડાંની બનાવેલી સાંકળ (chain belt) એ કામ માટે ઘણી અનુકુળ થઇ પડે છે. વાળ અથવા સુતરના પટાનો સાંધો એવી રીતે છોલીને પાતળો બનાવી શકાતો નથી. મોટર કે જેનરેટરના પટાના સાંધામાં બોલ્ટ કે રીવેટ કદીબી વાપરવા નહી જોઇએ. જો મોટરની ઘણી હાઇસ્પીડ ઉપરથી મશીન ઘણી ધીમી ચાલે ચલાવવું પડે તો પુલીઓની ડાયામેટરમાં મોટો ફરક પડવાથી પટાથી મોટર ચલાવવાને બદલે કોઇ બીજી ગોઠવણ વાપરવી. કાઉન્ટર શાફ્ટ નાખી ચાલ ઓછી કરવાનું ઘણું પસંદ કરવા જોગ નથી, પણ જ્યાં બીજી ગોઠવણ નહી થઇ શકતી હોય ત્યાં કાઉન્ટર શાફ્ટ નાખવી જોઇએ. બે પુલીઓના ડાયામેટર વચ્ચેનો ફરક ૬ ગણા કરતાં વધુ નહી જોઇએ. દર એક મીનીટે ૧૦૦૦ ફીટની ઝડપે સીંગલ જાડાઇનો પટો દર એક ઇંચ પોહળાઇ દીઠ એક હોર્સ પાવર ખેંચી શકશે. ડબલ જાડાઇનો પટો એજ પ્રમાણે બમણો પાવર ખેંચી શકશે. પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૩૦૦૦ થી ૫૦૦૦ ફીટ સુધીનીજ રાખવી.

દાખલો—પુલીની ડાયામેટર ૨ ફીટ છે, રેવોલ્યુશન્સ દર મીનીટે ૫૦૦ છે અને ૧૦ હૉર્સ પાવર મશીન ખાય છે, તો કેટલા ઇંચ પોહળો પટો જોઇશે?

૨ ફીટ ડાયામેટરનો સરકમફરન્સ=૨×૩.૧૪૧૬=૬.૨૮૩૨ ફીટ. ૬.૨×૫૦૦ = ૩૧૦૦ ફીટ ઝડપ દર મીનીટે.

૧૦૦૦ ફીટ ઝડપે એક ઇંચ પોહળાઇ તો ૩૧૦૦ ફીટ ઝડપે ૩.૧ ઇંચ પોહળાઇ દર એક હૉર્સ પાવરે. માટે ૧૦÷૩.૧ આસરે ૩ ઇંચનો સીંગલ પટો (જવાબ).

ચેન ગીઅર (Chain Gear)—જ્યાં ડ્રાઇવ ઘણી ટુંકો હોય, યાને જ્યાં મોટરની ઘણી નજદીકમાંજ તે ઉપરથી ચલાવવાનું મશીન ગોઠવ્યું હોય ત્યાં બાઇસીકલમાં અથવા મોટરકારમાં આવે છે તેવી જાતની ઘટતી પોહળાઇની ચેન અથવા સાંકળીની મદદથી મશીન ચલાવવાનું ઘણું ઠીક થઇ પડે છે. સારી જાતની એવી ચેન તેલમાં ડુબીને ચાલે છે અને તે બીલકુલ અવાજ કરતી નથી. એવી ચેન ઉપર ધૂળ અથવા કચરો ઉડતો અટકાવવા માટે એક ઢાંકણુ જરૂર હોવું જોઇએ.

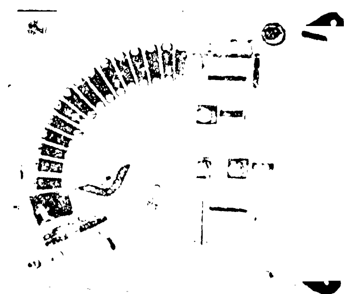
વર્મ ગીઅર (Worm Gear)—જ્યાં મોટરની ઝડપ અને તે ઉપરથી ચલાવવાનાં મશીનની ઝડપમાં ઘણો ફરક હોય ત્યાં વર્મ ગીઅર વપરાય છે. એ ગીઅરથી મોટરની ઝડપ કરતાં મશીનની ઝડપ ૨૫ ગણી સુધી ઓછી કરી શકાય છે. એમાં એક સ્ટીલનો વર્મ ફૉસ્ફોર બ્રોન્ઝનું વર્મ વ્હીલ તેલમાં ડુબેલુ ચલાવે છે. ઝડપી ચાલના મોટરો કીમ્મતમાં સસ્તા હોવાથી વર્મ ગીઅરથી ચાલ ઓછી કરવાનું પરવડે તેમ છે, પણ તે ઘણી સારી રીતે બનાવેલું અને તેલમાં ડુબીને ચાલતુ હોવું જોઇએ. એવી ગોઠવણથી ૧:૨૫ નાં પ્રમાણ સુધી સ્પીડ ઓછી કરી શકાય છે. એટલે મોટરના દરેક ૨૫ રેવોલ્યુશન્સ દીઠ વર્મ શાફ્ટ એક રેવોલ્યુશન ફરે છે.

સ્પર ગીઅર (Spur Gear)—નાના પાવર માટે દાંતાવાળા ચક્કરની મદદથી મોટર ઉપરથી મશીન ચલાવવાની ગોઠવણ ઠીક થઇ પડે છે, અને જો ઝડપ વધારે હોય તો કાચાં ચામડાં (raw hide) નાં બનાવેલા પીનીઅન અને સ્ટીલનાં દાતાવાળાં ચક્કરનું ગીઅર વપરાય છે, જેથી અવાજ બીલકુલ થતો નથી. ખાસ બનાવેલાં મશી-

નમાં કાપેલાં દાંતાવાળાં ચક્કરો જ્યારે ઘણીજ બારીક ગણતરીને આધારે બનાવેલાં હોય છે અને તેલમાં ડૂબીને ચાલે છે ત્યારે બીલકુલ અવાજ કરતાં નથી. હેલીકલ (helical) દાંતાવાળાં આવા ગીઅર બૉક્ષ તૈયાર મળી શકે છે, જેને એક છેડે મોટર લગાડી બીજે છેડેથી ઓછી ઝડપે પાવર લઇ શકાય છે. એ ગોઠવણથી સ્પીડ ૧:૭ સુધી ઓછી કરી શકાય છે.

ફ્રીકશન ગીઅર (Friction Gear) માં બે પુલીઓ માત્ર એક બીજીને અથડીને ઘસાડાથી ચાલે છે, અને એ ગીઅર માત્ર ઘણાજ નાના પાવરમાં વપરાય છે. એથી વળી મશીનની ઝડપમાંબી થોડી ઘણી વધઘટ કરી શકાય છે, કારણ કે એમાં દાંતા નહી હોવાથી પુલીઓના ફેસ વચ્ચેનું દબાણ ઓછું વધતું કરતાં ઓછું વધતું ફ્રીકશન થઇને પુલીઓ એક બીજી ઉપર સરી જઇ શકે છે, જેથી ચાલ ઓછી વધતી કરી શકાય છે.

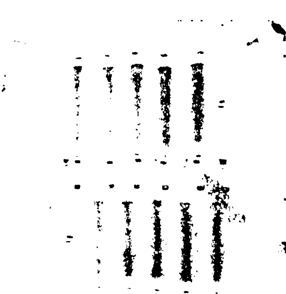
મોટર સ્ટારટર (Motor Starters)—કોઇબી જાતના મશીનને તેની સ્થિર હાલતમાંથી ચાલુ કરતી વખતે જેટલો પાવર જોઇએ છે તેટલો તે ચાલુ થવા પછી જોઇતો નથી. શુરૂઆતમાં એક મશીનને ચાલુ કરવા માટે પહેલ્લાં તેને ધીમે ધીમે ફેરવવું પડે છે, જેથી તે શુરૂઆતમાં કાંઇક ઓછો પાવર ખાય. કોઇ મશીનને પાધરા ઇલેકટ્રીક મોટર મારફતે ચાલુ કરતાં શુરૂઆતમાં તે એટલો બધો કરન્ટ ખાય કે જો તેને સાધારણ સ્વીચથી ચાલુ કરવામાં આવે તો ફ્યુઝો બળી જાય, નહિ તો મોટરના તારનાં ઇન્સ્યુલેશન બળી જાય, અને કોઇવાર તાર પણ બળી જાય. આથી બધા મોટરોને ચાલુ કરતી વખતે તેઓના સરકીટમાં પહેલ્લાં રીઝીસ્ટન્સ આપવામાં આવે છે, જે જેમ જેમ મોટર ચાલુ થઇ સ્પીડમાં આવતો જાય, તેમ તેમ ઓછો કરતા જઇ, સેવટે વગર રીઝીસ્ટન્સે સરકીટનું જોડાણ મોટર સાથે થાય છે. એ માટે વપરાતો ડી. સી. મોટર સ્ટારટર ચિત્ર ના૦ ૧૧૦ માં બતાવ્યો છે, જે જાણીતી ઇંગ્રેજ



ચિત્ર ના૦ ૧૧૦.
મોટર સ્ટારટર.

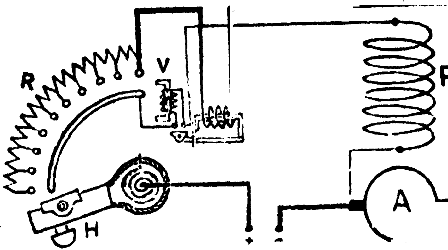
પહેલી મેટ્રોપોલીટન–વીકર્સ (Metropolitan Vickers) કંપનીની બનાવટનો છે.

મોટર સ્ટારટર રાખવાનું બીજું કારણ વધારે અગત્યનું છે, અને તે એ છે કે જ્યારે એક ડી. સી. મોટરને ચાલુ કરવામાં આવે છે ત્યારે તે એક ડાઇનેમો તરીકે વર્તીને ઇલેકટ્રો મોટીવ ફૉર્સ (વોલ્ટેજ) ઉત્પન્ન કરે છે, જે વોલ્ટેજ બાહેરના સપલાઇ સરકીટમાંથી આવતા (વોલ્ટેજ)ને સમતોલ કરી નાંખે છે. ઓહમના જાણીતા કાયદા પ્રમાણે એક ડી. સી. સરકીટમાં જતો કરન્ટ, વોલ્ટેજને રીઝીસ્ટન્સ વડે ભાંગવાથી જે મળે તેટલો હોય છે. હવે એક મોટરના આરમેચરનો રીઝીસ્ટન્સ તો ઘણો ઓછો હોય છે, તેથી તેને ચાલુ કરતી વખતે બાહેરના સપલાઇ સરકીટમાંથી ફુલ પ્રેસરે અથવા વોલ્ટેજે આવતો કરન્ટ, તે મોટરને ચલાવવા માટે જોઇતા ખરેખરા કરન્ટ (એમ્પીઅર) કરતાં ઘણો વધી જાય છે. હવે મોટરના તારના વાઇન્ડીંગ તો ચોક્કસ ચાલુ એમ્પીઅરના કરન્ટ માટેજ પસંદ કરી રાખેલાં હોય છે, તેથી શુરૂઆતમાં ધસી આવતો આ કરન્ટનો મોટો જથો મોટરના વાઇન્ડીંગને બાળી નાંખે. માટે શુરૂઆતમાં ધીમે ધીમે સરકીટમાં રીઝીસ્ટન્સ આપતા જઇને કરન્ટનો મોટો જથો ધસી આવતાં અટકાવવા માટે એક મોટર સ્ટારટરમાં ગોઠવણ રાખેલી હોય છે જે ચિત્ર નાં૦ ૧૧૨ માં બતાવી છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧૧૧.

મોટર સ્ટારટરના રીઝીસ્ટન્સ કૉઇલ.



ચિત્ર નાં૦ ૧૧૨.

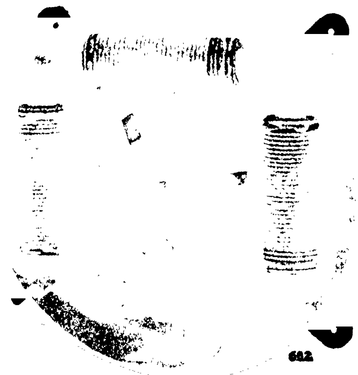
મોટર સ્ટારટરના કનેકશનો.

જેમાં જોવાથી માલમ પડશે કે સ્ટારટરનું સ્વીચ હેન્ડલ H એક ધરી ઉપર ફરતું રાખ્યું છે, જે ધરીમાં એક કૉઇલ (coil) સ્પ્રાંગ છે, જેથી હેન્ડલ ડાબી બાજુથી જમણી બાજુએ હાથ વડે ફેરવી લઇ જઇ શકાય છે, પણ છોડી દેતાં તે પાછું પોતાની મેળે સ્પ્રીંગને લીધે પાછું જમણીથી ડાબી બાજુએ આવી જાય છે. R જુદા જુદા રીઝીસ્ટન્સ આપતા જરમન સીલવરના કૉઇલો છે. સરકીટનો પૉઝીટીવ + સ્વીચ હેન્ડલ H સાથે જોડેલો છે, જ્યારે સરકીટનો નેગેટીવ–મોટર A ના એક બ્રશ સાથે જોડેલો છે, એજ બ્રશમાંથી મોટરનો શન્ટ ફીલ્ડ F લઇને તે નો–વોલ્ટ રીલીઝ (no–volt-release)ની ગોઠવણ V સાથે જોડેલો છે. નો–વોલ્ટ રીલીઝના જમણા હાથ ઉપર ઓવરલોડ રીલીઝ (overload release) ની ગોઠવણ છે, જેની આસપાસ મોટરના બીજા બ્રશનો જાડો તાર જોડીને તે સ્ટારટીંગ રીઝીસ્ટન્સ R સાથે જોડી નાંખ્યો છે.

મોટર સ્ટાર્ટ કરતી વખતે સ્વીચ હેન્ડલ H ડાબી તરફનાં પહેલ્લાં બટન ઉપર મેળતાં નો–વોલ્ટ રીલીઝ V માં થઇને કરન્ટ બારીક તાર મારફતે શન્ટ ફીલ્ડ F માં જાય છે, તથા તેજ વખતે કરન્ટ મોટરના આરમેચર A નાં વાઇન્ડીંગમાં સ્ટારટીંગ રીઝીસ્ટન્સ R મારફત પણ જાય છે, હવે સ્ટારટીંગ સ્વીચ હેન્ડલ જમણી તરફ હળવે હળવે આગળ ચલાવતાં રીઝીસ્ટન્સ ઓછો થતો જાય છે, અને એ હેન્ડલ જ્યારે નો–વોલ્ટ રીલીઝ V આગલ આવી લાગે

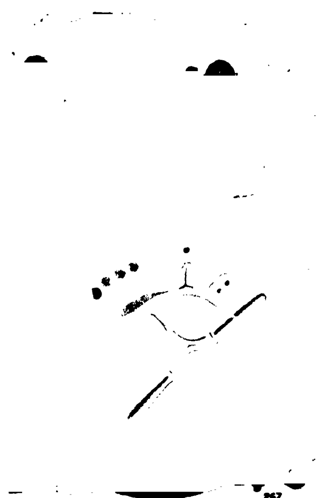
ચિત્ર નાં૦ ૧૧૩
બીલકુલ બંધ નૉન ઑટોમેટીક સ્ટારટર
(બાહેરનો દેખાવ)

છે ત્યારે બધો રીઝીસ્ટન્સ કપાઇ જાય છે, અને નો-વોલ્ટ રીલીઝનો ઇલેકટ્રો મેગનેટ હવે ઘણો તેજ થઇ ગયલો હોવાથી H સ્વીચ હેન્ડલ V ના મેગનેટ સાથે ખેંચાઇને ચોંટી બેસે છે. પણ જો સરકીટમાં ચાલતો કરન્ટ કોઇ કારણસર બંધ થઇ જાય અથવા તેના વોલ્ટેજનો પ્રેસર ચાલુ પ્રેસર સાથ સરખાવતાં ૭૫ ટકા જેટલો ઓછો થઇ જાય તો V નો ઇલેકટ્રો મેગનેટ પોતાનો પાવર ખોઇ દીએ છે, અને હેન્ડલની ધરી ઉપર રાખેલી મજબૂત સ્પ્રીંગના જોરે હેન્ડલ મેગનેટથી છુટું થઇને એકદમ ડાબી બાજુએ પોતાની મેળે ફરી જઇને કરન્ટને કટઑફ કરી નાખે છે, જેથી મોટર ચાલતો પોતાની મેળે બંધ થઇ જાય છે. સપલાઇ સરકીટમાં કરન્ટ પાછો ચાલુ થતાં કાંઇ મોટર ચાલતો નથી, પણ આપણને પાછું સ્વીચ હેન્ડલ હળવે હળવે ડાબીથી જમણી તરફ ચલાવી લઇ જઇને V ના મેગનેટ સાથે ચોંટાડવું પડે છે. નૉન ઑટોમેટીક સ્ટારટરમાં મોટરને બંધ કરવાની જુદી સ્વીચ રાખેલી હોય છે, જે સ્વીચ ખોલી નાખ્યા પછી સ્ટારટરનો હેન્ડલ ઉલટો ફેરવીને સ્ટારટીંગ પૉઝીશન ઉપર મૂકવામાં આવે છે. ચિત્ર નાં ૧૧૪ માં એલીસન મેકરનો નૉન ઑટોમેટીક જાતનો સ્ટારટર બતાવ્યો છે, જે ધુળ અને ભિનાશની સામે તદન બંધ રહે છે, અને મીલો અને ફેક્ટરીઓમાં વપરાય છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧૧૪.
બીલકુલ બંધ નૉન ઑટોમેટીક સ્ટારટર (અંદરનો દેખાવ.)

નો-વોલ્ટ રીલીઝ (No-Volt Release)ની ગોઠવણનો બીજો ફાયદો એ છે કે અકસ્માત વખતે ગમે તેટલી દૂરની જગાએથી ગમે તે મોટર એકદમ બંધ કરી શકાય છે. એ માટે મોટરના સપલાઇ સરકીટમાં પુશ બટન સ્વીચ (push button switch)



ચિત્ર નાં૦ ૧૧૫.
બીલકુલ બંધ ઑટોમેટીક રીલીઝ સ્ટારટર (બાહેરનો દેખાવ)

મૂકવામાં આવે છે, કે જેવી ઇલેક્ટ્રીક બેલ (ઘંટી) વગાડવા માટે વપરાય છે. એ બટન દાબતાંજ કરન્ટ શૉર્ટ સરકીટ થવાથી સ્વીચ હેન્ડલ નો-વોલ્ટ રીલીઝના મેગનેટમાંથી છુટું પડી એકદમ દાબી બાજુએ ફ્રી જઇ મોટર બંધ કરી નાખે છે. ચિત્રો નં૦ ૧૧૫ અને ૧૧૬ માં એલીસન મેકરનો ઑટોમેટીક રીલીઝ સ્ટારટર બતાવ્યો છે, જેમાં નો વોલ્ટ અને ઓવર લોડ રીલીઝ તાઇમ લૅગ સાથે જોવામાં આવે છે.

ઓવર લોડ રીલીઝ

(Over Load Release) ની ગોઠવણ ચિત્ર નાં૦ ૧૧૨ માં V ના જમણા હાથ ઉપર બતાવી છે. એવાં એવી ગોઠવણ રાખેલી હોય છે કે કોઇ કારણસર કરન્ટ વધી જતાંજ એનો મેગનેટ તેજ થઇ જઇ નીચે એક નાનાં હલકાં આડાં મૂકેલાં લીવરને ઉપર ખેંચે છે, જેનો એક છેડો નો-વોલ્ટ રીલીઝ V ના કૉઇલને ચોંટી જઇ તેને શૉર્ટ સરકીટ કરી નાખે છે, જેથી મોટરનું સ્વીચ હેન્ડલ પાછું છટકી જઇને મોટર ચાલતો બંધ કરી નાખે છે.



ચિત્ર નાં૦ ૧૧૬.
બીલકુલ બંધ ઑટોમેટીક રીલીઝ સ્ટારટર (અંદરનો દેખાવ.)

મોટ સ્ટારટર વાપરવામાં સંભાળ એ રાખવી જોઇએ કે એનું સ્વીચ હેન્ડલ ઘણું હળવે હળવે દાબીથી જમણી તરફ એક એક બટન ફેરવતા જવું. કેટલાક અણુઘડ આદમીઓ એનાં હેન્ડલને એકદમ દાબીથી જમણી બાજુએ ઘસડી લઇ જાય છે, તેથી મોટરને તથા સ્ટારટરને ઘણું નુકસાન થાય છે. અનાડી માણુસોના હાથમાં મોટર ચાલુ બંધ કરવાનું જ્યારે સોંપવામાં આવે ત્યારે રેચેટ સ્ટારટર (ratchet starter) જાતનો સ્ટારટર વાપરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે, જેમાં દાંતાવાળાં ચક્કર સાથે રેચેટની એવી ગોઠવણ કીધેલી હોય છે કે સ્વીચ હેન્ડલ એકદમ દાબીથી જમણી બાજુએ લઇ જવામાં આવે તે છતાં સ્ટારટરનું જૂદું રાખેલું હેન્ડલ માત્ર એક એક બટનજ આગળ ચાલે છે. માટે સ્ટારટરનાં હેન્ડલને એક એક બટન આગળ ચલાવવા માટે સ્વીચનું હેન્ડલ દાબીથી જમણી બાજુએ વારંવાર ફેરવવું પડે છે. એવી બીજી ઘણીક જાતની ગોઠવણોવાળા સ્ટારટરો હાલમાં મળી શકે છે. જો સ્ટારટરનું સ્વીચ હેન્ડલ કોઇ રીઝીસ્ટન્સનાં બટન ઉપર લાંબો વખત રાખવામાં આવે તો રીઝીસ્ટન્સ કૉઇલ ઘણો ગરમ થઇ જઇ નુકસાન થાય છે. જો સરકીટમાં સરકીટ બ્રેકર રાખેલો હોય તો ઓવર લોડ રીલીઝની જરૂર રહેતી નથી.

લીકવીડ સ્ટારટર (Liquid Starter)—એ જાતનો સ્ટારટર ઘણો સાદી બનાવટનો હોય છે, અને ડી. સી. કરન્ટ સાથે વપરાય છે, અને અણુઘડ આદમીઓના હાથમાં કાંઇબી નુકસાન કરી શકતો નથી. એમાં એક લોહડાંની ટાંકીમાં ઇલેકટ્રોલાઇટનું પાણી ભરીને તે ટાંકી સાથે સરકીટનો એક તાર જોડવામાં આવે છે. બીજો તાર લોહડાંના એક ટુકડા સાંથે જોડવામાં આવે છે. એ લોહડાંનો ટુકડો ટાંકી માંહેલાં પાણીમાં ડુબાડતાંજ કરન્ટ ચાલુ થાય છે, અને પાણીના રીઝીસ્ટન્સને લીધે મોટર હળવેથી ચાલુ થાય છે, અને જેમ જેમ લોહડાંનો ટુકડો પાણીમાં વધુ ઉંડો ડુબાડી ટાંકીનાં તળિઆં અને તે ટુકડા વચ્ચેનાં પાણીની ઉંચાઇ ઓછી કરવામાં આવે તેમ તેમ રીઝીસ્ટન્સ ઓછો થતો જાય છે. પાછળથી તે ટુકડો ટાંકીનાં તળિઆંમાં મૂકી દેવામાં આવે છે, જેથી રીઝીસ્ટન્સ કપાઇ જઇને ધાતુ સાથે ધાતુનો પાધરો સંબંધ થઇ જાય છે. એક ભાગ સલફ્યુરીક એસીડમાં પાંચ ભાગ પાણી નામવાથી ઇલેકટ્રો લાઇટનું પાણી બને છે.

ઓલટરનેટીંગ કરન્ટના મોટર સ્ટારટર ઘણી જાતના આવે છે. ખાસ કરીને સ્કવીરલ કેજ જાતના મોટરો ચાલુ કરતી વખતે અગાઉ લખ્યા મુજબ પુશકલ કરન્ટ (એમ્પીઅર) ખાતા હોવાથી તેઓને ચાલુ કરવા માટે ઘણીક જાતના સ્ટારટરો વપરાય છે. આ કારણથકી ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપનીઓ એવી જાતના મોટર વાપરવાના પાવર ઉપર અથવા તો એવા મોટર ચાલુ કરતી વખતે કેટલો કરન્ટ ખાશે તે ઉપર અંકુશ મૂકે છે, અને મોટા પાવરના એવા મોટરો ખાસ પરવાનગી વિના વાપરવા દેવામાં આવતા નથી.

મીકેનીકલ સ્ટારટર (Mechanical Starter) માં કલચ અથવા ફાસ્ટલુસ પુલીની મદદથી એક ઇન્ડકશન મોટર ચાલુ કરવા પહેલાં તેનો લોડ કાહડી નાખવામાં આવે છે, અને લોડ વગરનો તદન ખાલી મોટર ફુલ સ્પીડે ચાલુ કીધા પછી તેની ઉપર લોડ લેવામાં આવે છે. એ માટે કેટલાક મેકરો મોટર અને પુલી વચ્ચે એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ કલચની ગોઠવણ રાખે છે. ફુલ સ્પીડના લગભગ ૭૫ ટકા જેટલી સ્પીડ સુધી આ કલચ પુલીને લાગુ થતો નથી અને માત્ર ખાલી મોટર ફર્યા કરે છે અને તે લોડ ખેંચતો નથી; પણ સ્પીડ વધતાંજ કલચ પુલી સાથે જામ થઇ જઇને પુલીને ફેરવવા માંડે છે, અને ફુલ સ્પીડ આવતાંજ તેની સાથે લોડ અથવા મશીનરી પણ ફરવા માંડે છે. ઑટો-



ચિત્ર ના૦ ૧૧૭
એલીસન રોટર સ્ટારટર
(બાહેરનો દેખાવ)

મેટીક કલચની સાથે પણ ઇલેકટ્રીકલ સ્ટારટર (સ્ટાર-ડેલ્ટા અથવા સીરીઝ-પેરેલલ) રાખવામાં આવે છે.

રોટર સ્ટારટર (Rotar Starter)—એક મોટર સ્ટાર્ટ કરતી વખતે તેના ચાલુ લોડના ૬૦ ટકા જેટલો લોડ આવવાનો સંભવ હોય તો સ્લીપરીંગ ઇન્ડકશન મોટર મુકવાનું પસંદ કરવામાં



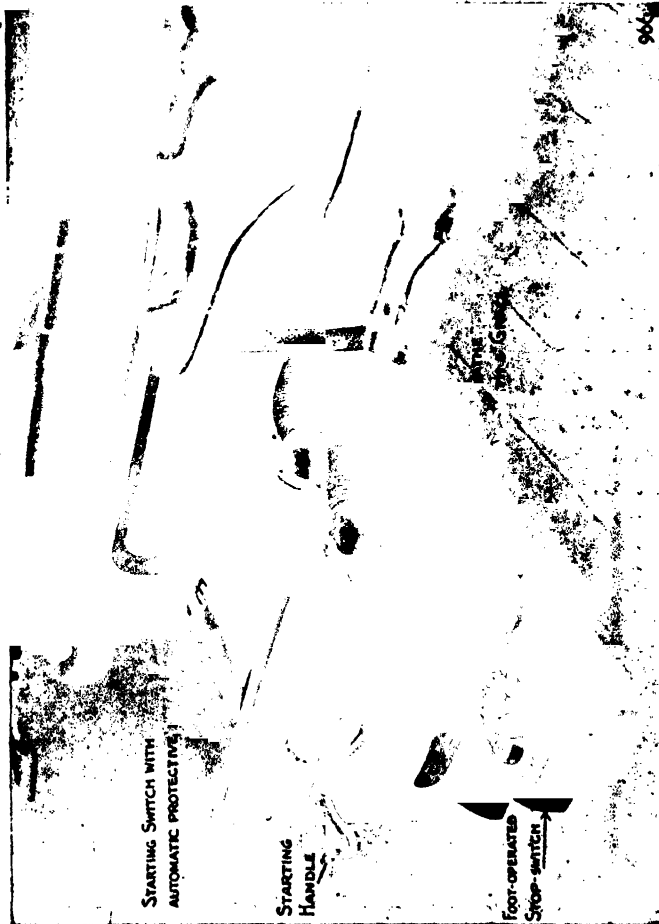
ચિત્ર ના૦ ૧૧૮

એલીસન રોટર સ્ટારટર (અંદરનો દેખાવ)

આવે છે, જેના રોટરમાં રીઝીસ્ટન્સ આપીને મોટરને સ્ટાર્ટ કરવાની ગોઠવણ તેમાં કરેલી હોય છે. આવા મોટરો રોટર સ્ટારટર રીઝીસ્ટન્સ સાથે ફુલ લોડથી બમણા તોર્ક સાથે પણ ચાલુ કરી શકાય છે. આવી ગોઠવણમાં કલચની કે ફાસ્ટલુસ પુલીની ગોઠવણ રાખવાની જરૂર પડતી નથી. એ જાતના સ્ટારટરો સ્પીડ રેગ્યુલેટ કરવા માટે વપરાતા નથી. ચિત્રો ના૦ ૧૧૭ અને ૧૧૮ માં બતાવેલો સ્ટારટર તેલમાં ડુબાડેલો જાણીતા એલીસન મેકરનો તદન બંધ છે, જેથી તેમાં ધુળ, કચરો કે ભિનાશ જવાનો સંભવ રહેતો નથી, અને તેલમાં ડુબેલો રહેવાથી ગરમ થતો નથી.

ડાયરેકટ સ્ટારટર (Direct Starter)—બે અને ત્રણ ફેઝના નાના ઇન્ડકશન મોટરોને લોડ સાથે પાધરા સ્ટાર્ટ કરવા માટે

ડાયરેક્ટ સ્ટાર્ટર વપરાય છે, જેમાં એક તુ-વે (two-way) સ્વીચ હોય છે. સ્ટારટીંગ પોઝીશનમાં એ સ્વીચ ફ્યુઝ તથા ઓવર લોડ રીલીઝ અને સરકીટ બ્રેકરનાં કનેકશનો સરકીટમાંથી છોડી નાખે છે. મોટરનો સ્ટારટીંગ કરન્ટ ઓછો કરવા માટે કેટલાક સ્ટારટરોમાં વોલ્ટેજ ઓછો કરવાની ગોઠવણ રાખેલી હોય છે, પણ વોલ્ટેજ ઓછો કરવાથી મોટરનો સ્ટારટીંગ ટૉર્ક પણ ઓછો થાય છે, માટે જે મોટર ઉપર થોડો સ્ટારટીંગ લોડ ઓછો કરી શકાય ત્યાં એવી ગોઠવણ વાપરી શકાય છે, કે જેમ ફાસ્ટ લુસ પુલીની મદદથી થઇ શકે છે. એક સ્કવીરલ કેજ મોટર સ્ટાર્ટ કરતી વખતે તે ચાલુમા જેટલો કરન્ટ ખાતો હોય તે કરતાં ૩½ થી ૫ ગણો વધુ કરન્ટ ખાય છે. આથી



ચિત્ર નં ૧૧૯
ગ્રેલીસનનો સ્ટાર ડેલ્ટા સ્ટારટર

કેટલીક ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપનીઓ ૧૦ હૉર્સ પાવરથી વધુ પાવરના મોટરો ઇલેકટ્રીક સ્ટારટર વગર વાપરવા દેવાની પરવાનગી આપતી નથી.

સ્ટાર-ડેલ્ટા સ્ટારટર (Star-Delta-Starter)—એવા સ્ટારટર માત્ર થ્રી ફેઝ મોટરો સાથેજ વાપરી શકાય છે: એમાં મોટર સ્ટાર્ટ કરતી વખતે પેહલ્લાં સ્ટાર માફેક્ના સ્ટેટરનાં વાઇન્ડીંગને દરેક ફેઝમાં આસરે ૫૮ ટકા વોલ્ટેજ આપવામાં આવે છે, જેથી ઓછો કરન્ટ અને ઓછો સ્ટારટીંગ તોર્ક પેહલ્લાં મલે છે અને મોટર સ્ટાર્ટ થાય છે. પછી ડેલ્ટાના વાઇન્ડીંગ સાથે જોડાણ કરવામાં આવે છે, જેથી ફુલ વોલ્ટેજ દરેક ફેઝને મલે છે. જે મોટરોના ચાલુ ફુલ લોડ તોર્કના ½ થી ⅔ ભાગ જેટલો સ્ટારટીંગ તોર્ક હોય ત્યાં આ જાતના સ્ટારટર વપરાય છે.

એલીસનનો સ્ટાર-ડેલ્ટા સ્ટારટર ચિત્ર ના. ૧૧૯ માં એક લેધના નીચે રાખેલો, પણ બાહેર ખેંચી કાહડીને દેખાડેલો, બતાવ્યો છે. મોટર હાથે હૅન્ડલ ફેરવીને ચાલુ કરવામાં આવે છે, પણ નીચે આપેલી સ્ટૉપ સ્વીચ ઉપર તરનર પોતાનો પગ દાબીને જ્યારે જોઇએ ત્યારે લેધ બંધ કરી શકે છે, જે ઘણું સગવડ ભરેલું છે.

સીરીઝ પેરેલલ સ્ટારટર (Series Parallel Starter)—એ માત્ર બે ફેઝના મોટરો માટે વપરાય છે. સ્ટારટર પેહલ્લાં માત્ર ૫૦ ટકા વોલ્ટેજ આપવા માટે સ્ટેટર વાઇન્ડીંગ સાથે સીરીઝમાં સંબંધ કરે છે, અને મોટર ચાલુ થતાંજ પેરેલલમાં ફુલ વોલ્ટેજે કનેકશન કરે છે.

ઑટો ટ્રાન્સફૉરમર સ્ટારટર (Auto Transformer Starter)—ઇન્ડકશન કરન્ટના મોટરને સ્ટાર્ટ કરવા માટે વપરાતા ઑટો ટ્રાન્સફૉરમરમાં વોલ્ટેજ ઓછો કરવાની ગોઠવણ રાખેલી હોય છે. જો ચાલુ વોલ્ટેજ ૨૨૦ હોય તો તે એવા ટ્રાન્સફૉરમરમાં ૫૦ નો કરી વાપરવામાં આવે છે. એમાં લોહડાના એક કોર ઉપર એકજ કૉઇલ વિટાળેલું હોય છે, જેનો એક છેડો બાહેરના સરકીટ સાથે જોડેલો હોય છે, અને સરકીટનો બીજો છેડો કૉઇલના કોઇ એવા ભાગ સાથે જોડવામાં આવે છે કે જેથી જોઇએ તેટલો ઓછો વોલ્ટેજ મલી શકે. આવી રીતથી ગમે તેટલા મોટા વોલ્ટેજને ગમે તેટલા ઓછા વોલ્ટેજમાં ફેરવી નાંખી શકાય છે (જુઓ પાનું ૧૪૭). સાધારણ ટ્રાન્સ ફૉરમરમાં તો બે કૉઇલ આવે છે: પ્રાઇમરી અને સેકન્ડરી; પણ આમાં તો માત્ર એકજ કૉઇલમાં પ્રાઇમરી કરન્ટ આપી સેકન્ડરી કરન્ટ તેજ પ્રાઇમરી કૉઇલના એક ભાગમાંથી મેલવવામાં આવે છે. એવા ટ્રાન્સફૉરમરો ઘેરોમાં પણ ઇલેકટ્રીક લાઇટ ઓછા વોલ્ટેજે ચલાવવા માટે વપરાય છે. બે અને ત્રણ ફેઝના મોટર સ્ટાર્ટ કરવા માટે વપરાતા ઑટો ટ્રાન્સફૉરમરના ત્રણ ઠેકાણા (tappings) થી કરન્ટ મેલવવામાં આવે છે, જેથી ફુલ વોલ્ટેજના ૭૫, ૬૦, અને ૫૦ ટકા વોલ્ટેજ સ્ટાર્ટ કરતી વખતે મલી શકે છે.

ઘણા મોટા સ્ટારટીંગ તોર્કવાલા મોટર માટે બીજી જાતના સ્ટારટરને બદલે ઑટો ટ્રાન્સફૉરમર સ્ટારટર વાપરવામાં આવે છે. આ જાતના સ્ટારટર ફુલ લોડ તોર્કના ૬૦ ટકા જેટલા સ્ટારટીંગ તોર્ક ખાતા મોટર માટે વપરાય છે, જે વખતે ચાલુમાં વપરાતા કરન્ટ કરતાં ૨.૫ ગણો વધારે કરન્ટ વપરાય છે.

જુદી જુદી જાતના સ્ટારટરો ૫૦ સાઇકલના મોટર સ્ટાર્ટ કરતી વખતે કેવી રીતે વર્તે છે અને કેટલો કરન્ટ અને તોર્ક માંગે છે તે નીચલા કોઠામાં આપ્યું છે:—

કોઠો ૯૦—૫૦ સાઇકલના કરન્ટ ઉપર ચાલતા ઇન્ડકશન મોટરોના જૂદી જૂદી જાતના સ્ટારટરોમાં ખપતો કરન્ટ અને જોઇતો તોર્ક.

	ડાયરેકટ સ્ટારટર	સ્ટાર-ડેલ્ટા સ્ટારટર	સીરીઝ પેરેલલ સ્ટારટર	ઑટો ટ્રાન્સફૉરમર સ્ટારટર ૨ અથવા ૩ ફેઝ		
	૨ અને ૩ ફેઝ.	૩ ફેઝ.	૨ ફેઝ.	૭૫ ટકા	૬૦ ટકા	૫૦ ટકા
ફુલ લોડ તોર્ક, ટકા	૧૦૦ થી ૧૨૫	૩૦ થી ૪૦	૨૫ થી ૩૩	૫૫ થી ૭૦	૩૫ થી ૪૫	૨૫ થી ૩૩
ફુલ લોડ કરન્ટ, ટકા	૫૦૦	૧૭૦	૧૨૫	૩૦૦	૧૯૦	૧૩૫

સ્પીડ રેગ્યુલેટર (Speed Regulator)—કેટલાક મોટરો ઓછી વધતી સ્પીડે ચલાવવા માટે તેઓ સાથે સ્પીડ રેગ્યુલેટર જોડવામાં આવે છે જેની બનાવટ સાદી હોય છે અને સાદા મોટર સ્ટારટરને મળતી આવે છે, કારણ કે સ્પીડ રેગ્યુલેટરમાં પણ જુદા જુદા રીઝીસ્ટન્સ કૉઇલો હોય છે. એમાં એવી ગોઠવણ રાખેલી હોય છે કે કોઇપણ રીઝીસ્ટન્સ સરકીટમાં લાંબો વખત સુધી આપી શકાય છે, અને રીઝીસ્ટન્સ કૉઇલના ગરમ થવાથી કાંઇ નૂકસાન નહી થાય તેની સંભાળ રાખેલી હોય છે. ડી. સી. અથવા ડાયરેકટ કરન્ટ મોટરમાં શન્ટનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછો વધતો કરવાથી મોટરની સ્પીડ થોડીક ઓછી વધતી કરી શકાય છે, પણ એ ઘટાડો કે વધારો વધારે પ્રમાણમાં કરવા માટે ઇન્ટરપોલ (interpole) વાળા મોટરો વાપરવામાં આવે છે, જેથી એવા મોટરની સ્પીડ લગભગ ત્રણગણી ઓછી કે વધતી કરી શકાય છે. (જુવો પાનું-૧૭૯.)

જુદી જુદી જાતના ઇલેક્ટ્રીક સ્ટારટરો જૂદાં જૂદાં કામો માટે વાપરવામાં આવે છે. જેમકે લાકડાં ઘડવાની સૉમીલ મશીનરી, સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પ, પંખા, કૉટન સ્પીનીંગ અને વીવીંગ મશીનરી, આઇસ બનાવવાની મશીનરી, ફાસ્ટલુસ પુલી સાથે મિકેનિક વર્કશોપમાં વપરાંતાં મશીન તુલો વગેરે ચલાવવા સ્ટાર-ડેલ્ટા સ્ટારટર વપરાય છે. બીસ્કીટ તથા પાંઉરોટી ભુંજવાની મશીનરી, કપડાં ધોવાની લોન્ડ્રીની મશીનરી, મિઠાઇ બનાવવાની મશીનરી, વગેરેમાં સ્ટારટીંગ તોર્ક વધારે આવવાથી તેઓના મોટર સાથે ઑટો ટ્રાન્સફોરમર સ્ટારટર વપરાય છે. અને ફુલ લોડે અથવા તેથી પણ વધુ લોડે ચાલુ કરવામાં આવતી મશીનરી જેવી કે તુરતનાં ધોયલાં સુતર કાપડમાંથી પાણી કાહડી નાખવામા વપરાતા હાઇડ્રો એક્ષટ્રેકટર, વર્કશોપના ભારે મશીનતુલ, માલ ઉંચે પોંહચાડવામાં વપરાતા એલીવેટર અને લીફ્ટ, આટાની મીલ, કાગળ બનાવનારી મીલ, સીમેન્ટ બનાવનારી ફેકટરી, લોહડું અને સ્ટીલ બનાવનારાં કારખાનાંની મશીનરી વગેરે ચલાવવામાં વપરાતા સ્લીપરીંગ મોટરો સાથે રોટર સ્ટારટર વપરાય છે.

ફ્લોર મીલ વગેરે કારખાનાંઓ કે જેઓમાં એક મશીનનો માલ બીજામાં અને બીજાંનો ત્રીજાંમાં એમ પોતાની મેળે જ્યા

કરે છે, ત્યાં જો એકાદ મશીનનેા મેાટર બંધ પડી જાય અથવા કરવામાં આવે તેા તેને માલ આપતાં બીજાં મશીનેા ચાલુ રહેવાથી બંધ પડેલું મશીન માલથી ભરાઇ જઇને જામ અથવા ચેાકઅપ (choke up) થઇ જાય. આથી એવી ગેાઠવણ થઇ શકે છે કે એવાં મશીનેાના મેાટરેાની આખી લાઇનમાં જો એક મેાટર બંધ થાય તેા તેની સાથે આગળ પાછળ કામ કરતા બધા મેાટરેા પણ પેાતાની મેળે બંધ થઇ જાય.

અકસ્માત વખતે ગમે તે જગ્યાએથી મેાટર ઝડપથી બંધ કરી શકાય તે માટે ઇમરજન્સી પુશ (emergency push)ની સ્વીચ ગેાઠવી શકાય છે, જેથી કેાઇબી અનાડી માણસ માત્ર એક બટન દબાવતાં ગમે તેટલેા મેાટેા મેાટર ચાલતેા તુરત બંધ કરી શકે છે.

ડી. સી. મેાટર કન્ટ્રોલર (D. C. Motor Controller)—કારખાનામાં મશીનરી ચલાવનારા મેાટરેા ચલાવવા માટે જે ઇલેકટ્રીક સ્ટારટરેા વપરાય છે તેઓ દિવસમાં ચાર કે પાંચ વખત મેાટરને ચાલુ–બંધ કરવા માટે વાપરી શકાય છે, કારણકે ઘડી ઘડી તે વાપરતાં તે ઘણેા ગરમ થઇ જાય છે. ઇલેકટ્રીક ટ્રામવે, ઇલેકટ્રીક રેલ્વે, ઇલેકટ્રીક ક્રેન, ઇલેકટ્રીક લીફ્ટ વગેરેના મેાટર ચલાવવા માટે એવા સ્ટારટરેાને બદલે કન્ટ્રોલરેા વપરાય છે અને એવાં કામ માટે એ. સી. ને બદલે ડી. સી. કરન્ટ વપરાય છે. એવા કન્ટ્રોલર ગમે ત્યારે અને ગમે તેટલી વખત મેાટરને ચાલુ બંધ કરી શકે છે. એવાં કામ માટે કેટલેક ઠેકાણે સીંગલ ફેઝ અથવા થ્રી ફેઝ ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ પણ વપરાય છે, પણ ડાયરેકટ કરન્ટ વાપરવાનું ઘણે ઠેકાણે પસંદ કરવામાં આવે છે. ડાયરેકટ અને સીંગલ ફેઝ કરન્ટ સાથે સીરીઝ વાઉન્ડ મેાટરેા વાપરવામાં આવે છે. ટ્રામકાર અને રેલવેમાં ઘણા ખરા એકને બદલે બે મેાટરેા વપરાય છે, અને બે મેાટરેા ઉપર એકજ કન્ટ્રોલર કાબુ રાખે છે. ટ્રામકાર કે રેલ્વેકાર ઉભેલી હેાય તે ચાલુ કરતી વખતે પુષ્કળ તેાર્ક આવે છે અને ચાલુમાં પણ તેની ઝડપ રસ્તાની બાંધણી, હાલત વગેરે પ્રમાણે ઓછી વધતી કર્યાં કરવી પડે છે, જે કામ કન્ટ્રોલર બજાવે છે. એ કન્ટ્રોલર નીચે પ્રમાણે જૂદાં જૂદાં કામેા ઉપર કાબુ રાખે છે.

૧. મોટરોને સીરીઝમાં જોડવા અને રીઝીસ્ટન્સ ચાલુ રાખવો.

૨. મોટરો સીરીઝમાં જોડેલા રાખી રીઝીસ્ટન્સ કાપી નાખવા.

૩. મોટરો પેરેલલમાં જોડવા અને રીઝીસ્ટન્સ સીરીઝમાં રાખવો.

૪. રીઝીસ્ટન્સ કાપી નાખી મોટરોને પેરેલલમાં રાખવા.

૫. ફીલ્ડનાં કનેકસનો ઉલટાવી નાખી મોટરોની ચાલ ઉલટી કરવી.

૬. મોટરોને પેરેલલમાં જોડીને તેઓને જનરેટર તરીકે ચલાવવા, જેથી બ્રેકીંગ (braking)ની અસર થાય અને અકસ્માત વખતે ગાડી એકદમ ઉભી રહી જાય.

ઉપલાં બધાં કામ કન્ટ્રોલરનાં હેન્ડલને જુદી જુદી હાલતમાં રાખવાથી થાય છે, અને એ હેન્ડલની શાફ્ટ ઉપર કન્ટ્રોલર બૉક્ષમાં સંખ્યાબંધ કૉન્ટેક્ટ રાખેલા હોય છે.

પ્રકરણ—૨૭

ખામીઓ અને ઇલાજો

DEFECTS AND REMEDIES

ડાઇનેમોમાં ઉત્પન્ન થતી ખામીઓ (Defects in Dynamos) માહેલી મુખ્ય નીચે મુજબ હોય છેઃ—

વિજળી ઉત્પન્ન નહી થવી.
બ્રશમાંથી પુશકલ ચિંગારી પડવી.
ડાઇનેમોનું ગરમ થઇ જવું.
વોલટેજમાં વધઘટ થયા કરવી.
આ બધી ખામીઓ ઇલેકટ્રીક મોટરોને પણ લાગુ પડે છે.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનાં કારણો માં પહેલું તો બ્રશ બરાબર તેઓના મારકા ઉપર ગોઠવેલાં નહી હોવાનું છે. એ માટે બ્રશોને જુદી જુદી જગામાં ફેરવતા જઇ તપાસ કરવી. એક ચોક્કસ જગામાં બ્રશો ગોઠવીને ડાઇનેમોને આસરે ૪–૫ મીનીટ ચાલુ રાખી જોવો. જો તેથી વિજળી નહી પકડે તો વળી બીજી જગાએ બ્રશનું હેન્ડલ ફેરવી જોઇ તપાસ કરવા માટે ૪–૫ મીનીટ

ખામી જોવું. વળી બ્રશો કૉમ્યુટેટર ઉપર તેઓની સ્પ્રીંગની મદદથી બરાબર દબાયલાં રહેવાં જોઇએ, અને બ્રશની સપાટીને ફુલ બેરીંગ લાગવી જોઇએ.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનું બીજું

કારણ તે મશીનના જુદા જુદા તારોનાં જોડાણ યાને કનેક્શનમાં કેડે ખામી રહી જવાનું હોય છે. એ માટે બ્રશો સાથે જોડેલા સીરીઝ તથા શન્ટના તારનાં કનેકશન તપાસી જોવાં. જો કનેકશનમાં તેલ યા કાંઇ કચરો લાગેલો હોય તો કનેકશન છોડીને તેના તારના છેડાઓ સૅન્ડ પેપર વડે પૉલીશ કરી પાછા જોડવા, અને ખુબ તાઇટ કનેકશન કરવાં. એ કનેકશનના સંબંધમાં આવના કોઇબી બોલ્ટ કે નટને કદીબી તેલ લગાડી તાઇટ કરવા નહી પણ સુકકાજ રહેવા દેવા. કનેકશન ખોટાં કીધાં નહી હોય તે તપાસી જોવું. કૉમ્યુટેટર તથા તેનાં બ્રશોની બેરીંગ ઉપર જો તેલ યા મેંશનું પડ બાઝયું હોય તો સૅન્ડ પેપરથી ઘસીને પૉલીશ કરી લેવાં. જો કનેકશનો ઉલટાં કરવામાં આવ્યાં હોય તો વિજળી ઉત્પન્ન થતી નથી, માટે તે તપાસી જોવું. અને કનેકશનો બદલી ફરીથી મશીન ચાલુ કરી જોવું. કોઇ વેળા એક ડાઇનેમોની પાસે બીજો જુનો મોટો ડાઇનેમો મૂકેલો હોય તો તેથી પણ વિજળી ઉત્પન્ન થતી નથી.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનું ત્રીજું

કારણ તેની ચાલ ઓછી હોવાનું હોય છે. જેટલાં રેવોલ્યુશન્સ માટે ડાઇનેમો બનાવેલો હોય તેટલાંજ રેવોલ્યુશન્સ તે બરાબર કરે તોજ તેમાં વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે. ખાસ કરીને શન્ટ અને કમ્પાઉન્ડ વાઉન્ડ મશીનોમાં એક ચોક્કસ ચાલે ડાઇનેમો ચાલવાથીજ વિજળી પકડે છે. ઘણીક વેળા પટા કે દોરડાં પુલીઓ ઉપરથી સરી જવાથી ડાઇનેમોને જોઇતી સ્પીડ મળી શકતી નથી. ડાઇનેમો ઝડપી ચાલના હોવાથી તેઓનાં રેવોલ્યુશન્સ ગણી શકાતાં નથી, માટે તે માટે સ્પીડ ઇન્ડીકેટર નામનાં નાનાં યંત્રો આવે છે, જેને ડાઇનેમોની શાફ્ટને છેડે સેન્ટરમાં દાબી ધરી રાખવાથી તુરત તેનાં રેવોલ્યુશન્સ જાણી શકાય છે.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનું ચોથું

કારણ તેના ફીલ્ડ મેગનેટના સીરીઝ યા શન્ટ તારના કૉઇલ

(coil) અથવા ગુંછળાં માહેલો કોઇ તાર તૂટી ગયો હોય યા કેઠે શૉર્ટ સરકીટ થયો હોય. એ ખામી કયાં છે તે શોધી કાહડવું ઘણું કઠણ છે, કારણ કે રબરના પડ અથવા ઇનસ્યુલેશનને લીધે બાહેરથી તાર આખો દેખાય જ્યારે અંદરથી તે તૂટી ગયલો હોય. એ માટે એક નાની બેટરી અને ગૅલવેનોમીટર (galvanometer) નામનાં યંત્રથી તે કૉઇલની તપાસ કરવી ઘટે છે. ફીલ્ડ મેગનેટના કાઇલમાં યા મેગનેટ અને ડાઇનેમો ફ્રેમની વચ્ચે કેઠે શૉર્ટ સરકીટ થયો નહી હોય તેની તપાસ કરવી. બ્રશ હોલડર અને તેના લીવર વચ્ચે ત્રાંબાની બારીક રજકણો જમા થવાથી પણ શૉર્ટ સરકીટ થાય છે.

યાદ રાખવું કે સીરીઝ ડાઇનેમોમાં જ્યારે મેનસ્વીચ બંધ હોય ત્યારેજ વિજળી ઉત્પન્ન થઇ શકે છે, અને શન્ટ મશીનમાં જ્યારે સ્વીચ ઉઘાડી હોય ત્યારેજ વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે. ઘણું ખરૂં મશીનમાંથી જે તારો સ્વીચ બોર્ડ ઉપરનાં કનેકશન માટે લઇ જવામાં આવે છે તે તારોમાં છૂપી ભાંગતૂટ વધારે થાય છે, તેમજ બ્રશમાંથી લઇને ફીલ્ડ કૉઇલ સાથે જોડેલા તારો ઇન્સ્યુલેશનની અંદરથી તૂટી જાય છે, જો કે બાહેરથી ઇન્સ્યુલેશન સાફ દેખાયા કરે છે. સીરીઝ અથવા કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમોમાં કેઠે શૉર્ટ સરકીટ થવાથી ફ્યુઝ ઉડી જઇ ચેતવણી આપશે, પણ શન્ટ મશીનમાં વિજળી ઉત્પન્ન થશે નહી. એ ખામી પકડવા માટે શન્ટ મશીનના મેન વાયરનાં કનેકશનો છોડી નાખી ખાલી ડાઇનેમો ચલાવી જોવો. જો તેમ કરવાથી વિજળી ઉત્પન્ન થાય તો જાણવું કે મેન વાયરમાં કેઠે શૉર્ટ સરકીટ થયો હોવો જોઇએ.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનું પાંચમું કારણ જોઇએ તે કરતાં વધુ લોડ મશીન ઉપર આપવાનું હોય છે. શન્ટ વાઉન્ડ મશીનમાં જો ઓવરલોડ કરવામાં આવે તો તેની બધી વિજળી તેના સીરીઝ સરકીટમાં ખેંચાઇ જવાથી તેના ફીલ્ડ મેગનેટના શન્ટ સરકીટમાં કાંઇબી વિજળી જઇ શકતી નથી તેથી ડાઇનેમો વિજળી પકડતો નથી. એ માટે થોડીક બત્તીઓ બંધ કરવી જોઇએ કે જેથી લોડ ઓછો થાય.

ડાઇનેમોમાં વિજળી નહી ઉત્પન્ન થવાનું છઠ્ઠું કારણ તેના મેગનેટમાં રહેતું મેગનેટીઝમ ઓછું થવાને લીધે હોય,

જેને "રેઝીડયુઅલ મેગનેટીઝમ" (residual magnetism) કહે છે. જો ડાઇનેમોના મેગનેટ કાસ્ટ આયર્નના બનાવેલા હોય તો આવી ખામી જવલ્લેજ ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે ડાઇનેમો નવો હોય યા ઘણાં વરસ વપરાસ વગર પડી રહયો હોય યા તેના મેગનેટ મરામત વાસ્તે ખોલી નાખ્યા હોય ત્યારે આવી ખામી પેદા થાય છે. એ ખામી દુર કરવા માટે કોઇ બીજા ડાઇનેમો યા બેટરી મારફતે તેના મેગનેટમાં પાછી વિજળી ભરવી જોઇએ. એ કામ માટે લેકલાનશે (Leclanche) અથવા ડ્રાઇ બેટરીના થોડાંક સેલ (cell) પુરતાં થઇ પડશે. એ માટે પહેલ્લાં ડાઇનેમોના + પૉઝીટીવ બ્રશનું ફીલ્ડ મેગનેટના કૉઇલ સાથનું જોડાણ છોડી નાખવું, અને એ પૉઝીટીવ બ્રશ સાથે બેટ-રીનો નેગેટીવ અથવા જસતની પ્લેટવાળો તાર જોડવો. પછી ફીલ્ડ મેગનેટનાં છોડી નાખેલાં કનેકશનના છેડા સાથે બેટરીનો + પૉઝીટીવ યાને કારબનવાળો તાર જોડવો, પછી ડાઇનેમો ચાલુ કરવો. જ્યારે વોલ્ટ મીટરમાં વોલટેજ વધતા માલમ પડે ત્યારે ડાઇનેમોના પૉઝીટીવ બ્રશનો તાર બેટરીનું કનેકશન છોડયા અગાઉ બાહરો બહારથી બીજા ફાલતુ તારના ટુકડા વડે અગાઉની માફક ફીલ્ડ મેગનેટના છુટા કીધેલા તાર સાથે જોડી દેવો, કે જે માટે આગમજથી ગોઠવણ કરી રાખવી જોઇએ. ત્યાર પછી બેટરીનાં કનેકશન છોડી નાખવાં.

બ્રશમાંથી પુશકળ ચિંગારી પડવાનાં કારણ ઘણાં હોય છે. મુખ્ય તો એ હોય છે કે બ્રશો બરાબર તેઓના મારકા ઉપર ગોઠવ્યાં નહી હોય, યાતો કૉમ્યુટેટરમાં પુશકળ ખાડા પડી ગયા હોય અને તે આઉટ ફરતું હોય. કૉમ્યુટેટરમાં પડેલા ખાડા તેને લેથ ઉપર ચહડાવી તર્ન કીધા વગર નિકળી શકતા નથી; માટે જો એ કારણ થકી ચિંગારીઓ પડતી હોય તો ઉપર લખ્યા મુજબ કૉમ્યુટેટર તર્ન કરી લેવું. એ ઉપરાંત દરરોજ ચાલુ કીધા અગાઉ કૉમ્યુટેટરને ૦ નંબરનાં સેન્ડ પેપરથી પૉલીશ કરવાની અગત્ય છે, જેમ કરતી વખત બ્રશ ઉંચકેલાં રાખવાં. જો કૉપર બ્રશ હોય તો તેઓની ધાર કલેમ્પમાં પકડીને ફાઇલવડે બુઠ્ઠી કરી નાખવી, અને બ્રશ જેમ જેમ ઘસાતું જાય તેમ તેમ રોજ તેને તેના મારકા ઉપર રાખવા માટે તેના હોલડરમાં આગળ ખસેડતા જવું. જો કારબન બ્રશ હોય તો કૉમ્યુટેટર ઉપર કારબનનો બારીક ભુંકો મેંશની માફક ચોંટી બેસશે, માટે

કૉમ્યુટેટરને દરરોજ ચાલુ કીધા અગાઉ પૉલીશ કરવું. જો ચાલુમાં કૉમ્યુટેટરમાંથી ઘણી મોટી અને તેજસ્વી ચિંગારીઓ નીકળે તો તરત ડાઇનેમો બંધ કરી કૉમ્યુટેટર સાફ કરી બ્રશોને પાછાં સેટ કરી ચાલુ કરવો. નહી તો કૉમ્યુટેટર ઘણો ગરમ થઇ જવાથી આરમેચરના તાર ઉપરનું તેમજ ફીલ્ડ મેગનેટનું રબ્બર ઇન્સ્યુલેશન બળી જશે, તેમજ ખુદ કૉમ્યુટેટરમાં ખાડા પડી જશે, માટે વધુ નુકસાન થતાં ટુંકમાંજ અટકાવવું જોઇએ. વળી બ્રશ એકની એકજ જગાએ કૉમ્યુટેટરને ઘસી નહી નાખે તેની સંભાળ રાખવી, અને બ્રશો અવારનવાર એવી રીતે સેટ કરવાં કે ઉપરનાં બ્રશ કૉમ્યુટેટર ઉપર એક તરફ રહે તો નીચલાં બીજી તરફ રહે, અને કૉમ્યુટેટર આખી લંબાઇ વચ્ચે કાંઇબી ખાડો કે ટેકડો થવા વગર એકસરખું ઘસાય. એ માટે ઘણા ડાઇનેમોની આરમેચર શાફ્ટમાં (end play) એન્ડ પ્લે રાખેલી હોય છે, જેથી શાફ્ટ તેની બેરીંગોમાં આગળ પાછળ સહેજ ચાલ્યા કરે છે. કારબન બ્રશની નીચે ત્રાંબાની રજકણો ચોંટી બેસે છે તે ઓખવી કાઢવી જોઇએ.

બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવાનું બીજું કારણ

ડાઇનેમો ઓવર લોડેડ થવાનું હોય છે. ડાઇનેમોમાંથી જો તે જેટલા કરન્ટ અને વોલ્ટેજ માટે બનાવ્યો હોય તે કરતાં વધુ કરન્ટ અથવા વોલ્ટ લેવામાં આવે તો બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવી શરૂ થાય છે. જો વોલટેજ વધેલા માલમ પડે તો ડાઇનેમોની ચાલ ઓછી કરવી, અને જો એમપીઅર મીટરમાં કરન્ટ વધુ દેખાડે તો થોડા લૅમ્પ બંધ કરવા. જો કેડે શૉર્ટ સરકીટ થવાથી યા જમીનમાં વિજળીની ગળતર થવાથી ઓવરલોડ થતો હોય તો તે કારણ સંભાળથી શોધી કહાડી તે દુર કરવું. જમીનમાં વિજળીની થતી ગળતર શોધી કહાડવા માટે એક સહેલ રીત એ છે કે ડાઇનેમોના એક બ્રશ સાથે ઇન્સ્યુલેટેડ વાયરનો એક ટુકડો જોડી તે વાયરનો બીજો છેડો જમીનમાં દાટેલી ધાતુની કોઇ ચીજ જેવી કે વૉટર પાઇપ યા ડાઇનેમોના ફાઉનડેશન બોલ્ટ વગેરેને લગાડી જોવો. જો એ છેડો લગાડતાંની સાથેજ વિજળીની ચિંગારી યા બળતું (flash) નિકળે તો જાણવું કે સરકીટના તારમાંથી વિજળી જમીનમાં કેડે ગળી જાય છે. એ પ્રમાણે અવારનવાર બન્ને બ્રશમાંથી તાર જોડી તપાસ કરી જોવી. વળી બ્રશોમાંથી

સરકીટના તાર છોડી નાખીને પણ ઉપર મુજબ તપાસ કરી જોવી; જો તેમ કરવાથી પણ ચિંગારી પડે તો જાણવું કે ખુદ ડાઇનેમોમાંથી વિજળી જમીનમાં ગળી જાય છે. આવી રીતની ગળતર ઘણીક વખતે એમપીઅર મીટર ઉપરથી પણ માલુમ પડતી નથી.

બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવાનું ત્રીજું કારણ બ્રશનાં કોઇ કનેકશનો કે ઢીલાં થઇ જવાનું હોય છે. જ્યારે એ કનેકશનો માહેલું કોઇ ઘણુંજ ઢીલું થઇ ગયલું હોય છે ત્યારે તો તે કનેકશનમાંથી પણ ચિંગારીઓ પડે છે. એ માટે કનેકશનો છોડી નાખી તેઓને સેન્ડ પેપરવડે સાફ ચલકતાં કરીને તેલવાળો હાથ કે આંગળી લગાડયા વિના તૂરત પાછાં જોડી દઇ તાઇટ કરી લેવાં.

બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવાનું ચોથું કારણ આરમેચરનો કોઇ તાર તુટી જવાનું યાતો આરમેચરના કોઇ તારનો કૉમ્યુટેટર સાથનો સાંધો ઉખડી જવાનું હોય છે. આથી પુષ્કળ ચિંગારીઓ પડે છે, અને જો એ ખામીનો તુરત નિકાળ કરવામાં નહી આવે તો કૉમ્યુટેટરમાં ખાડા પડી જાય છે. ડાઇનેમો ઉખેડી આરમેચર દરૂસ્ત કરવાનો વખત નહી મળતો હોય તો કામચલાઉ રીતે એ ચિંગારીઓ ઓછી કરવાનો ઉપાય થોડા વખત માટે થઇ શકે તેમ છે. એને માટે જો ડાઇનેમોમાં બ્રશ એક નીચે અને એક ઉપર હોવાને બદલે બે યા વધુ ઉપર અને બે યા વધુ નીચે હોય તો તેઓ માહેલું એક ઉપરનું (+) અને એક નીચેનું (–) બ્રશ તેની કલેમ્પમાં ઢીલું કરી બીજાં બ્રશો કરતાં થોડું આગળ ખસેડી લેવું; પણ જો એક એકજ બ્રશ નીચે ઉપર હોય તો ત્રાંબાના એક જાડા તારનો ટુકડો બ્રશ હોલડરમાં પકડી તેનો બીજો છેડો બ્રશની ધારથી થોડો આગળ વધેલો રાખી તે પણ કૉમ્યુટેટર ઉપર ઘસાતો ચાલે તેમ કરી લેવું. એ પ્રમાણે બન્ને બ્રશોમાં કરવું. આરમેચરના અથવા મેગનેટના કૉઇલમાં કે શૉર્ટ સરકીટ થઇ જવાથી પણ ઘણી ચિંગારીઓ પડે છે. આરમેચરમાં યા મેગનેટના કૉઇલમાં પાણીનો ભીનાશ દાખલ થવાથી પણ શૉર્ટ સરકીટ થાય છે.

બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવાનું પાંચમું કારણ કૉમ્યુટેટરમાં પડી ગયલા ખાડા અથવા ફ્લેટ (flat)ને લીધે હોય

છે. એ ખાડા પડવાનું કારણ કૉમ્યુટેટર માહેલા કોઇ ત્રાંબાનો સેગ્મેન્ટ નરમ ધાતુનો હોવાને લીધે અથવા તે શૉર્ટ સરકીટ થઇ બળી જવાને લીધે હોય છે. કોઇ વેળા પટાના સાંધાના આંચકાથી બ્રશો ઉછળ્યા કરવાથી પણ એવા ફ્લૅટ પડે છે, નહી તો આરમેચર માહેલો કોઇ કૉઇલનો તાર અંદરથી તૂટી જવાથી પણ કોમ્યુટેટર ઉપર ફ્લૅટ પડે છે, કારણ કે એ તૂટેલા તારને લગતા સેગ્મેન્ટ ઉપર બ્રશ આવતાંજ મોટી ચિંગારીઓ પડયા કરે છે તેથી તે સેગ્મેન્ટની સપાટી બળી જાય છે. એવા ફ્લટ અથવા ખાડાનો કામચલાઉ ઉપાય ઉપર (ચોથાં કારણમાં) લખ્યા મુજબ બ્રશોને થોડાંક આગળ ખસેડી લેવાથી કરી શકાય છે. પણ તક મળતાંજ કૉમ્યુટેટર કાહડીને સાફ તર્ન કરી લેવું. જો સેગ્મેન્ટની ધાતુ નરમ હશે તો એવા ખાડા ઘડી ઘડી પડયા કરશે. સારા મેકરનાં મશીનોમાં કોમ્યુટેટરનાં સેગ્મેન્ટો સખ્ત ખેંચેલા (hard drawn) ત્રાંબાના, નહી તો ફ્રૉસફૉર બ્રોન્ઝ (phosphor bronze)ના બનાવેલા હોવાથી તેઓ તકલીફ આપતા નથી. કોઇ વેળા કોમ્યુટેટરના કોઇ સેગ્મેન્ટ આરમેચરના કોઇલના છેડા સાથે ખરાબ રીતે સોલ્ડર કીધેલા હોય તો પણ એવા ફ્લેટ પડે છે, જેના ઉપાય તરીકે એવા સાંધામાં હોલ તથા આંટા પાડી તેમાં એક ત્રાંબાનો સ્ક્રૂ ચહડાવી તેનું માથું કાપી સાફ ઘસી નાખવું.

ડાઇનેમો તથા મોટર ગરમ થઇ જવાનાં કારણો– ચાલુમાં ડાઇનેમો અથવા મોટરના ફીલ્ડ મેગનેટ ઉપર હાથ લગાડી તપાસી જોવું કે તેઓ ઘણા ગરમ થયા નહી હોય. ડાઇનેમો યા મોટર ઘણો ગરમ થઇ જવાથી તેના જુદા જુદા કૉઇલનાં ઇન્સ્યુલેશનનું રબર રંગ યા વારનીશ બળવા માંડે છે, જેથી ઘણો વાસ ફેલાય છે, અને તેનો તુરત ઉપાય નહી કરવામાં આવે તો ડાઇનેમો રદ થઇ જાય છે. બ્રશમાંથી ચિંગારી પડવાનાં ઉપર લખેલાં બધાં કારણો ડાઇનેમોને ગરમ કરે છે. કોઇ વેળા ડાઇનેમોનો ડીઝાઇન ખરાબ હોવાથી તેના આરમેચરમાં ચાલુમાં એક તરેહનો વિજળીનો વંટોળ્યો (eddy currents) "ઇડી કરન્ટ" થાય છે તેથી પણ આરમેચર ઘણું ગરમ થઇ જાય છે. એ ખામી શોધી કહાડવા માટે બન્ને બ્રશો કામ્યુટેટર ઉપરથી ઉંચકેલાં રાખી કોઇ બેટરીમાંથી ફીલ્ડ મેગનેટના શન્ટ કૉઇલમાં કરન્ટ દાખલ કરી ડાઇનેમો થોડો વખત

ચાલુ રાખવો, જેથી જો તેમાં ઇડી કરન્ટ થતા હશે તો થોડા વખતમાંજ તેનું આરમેચર ઘણું ગરમ થઇ જશે. એના ઉપાય તરીકે કોઇ સારી બનાવટનું નવું આરમેચર ખરીદયા શિવાય છુટકો નથી. વળી જે જુની ઢપના ડાઇનેમોમાં મેગનેટ U આવી રીતે મુકેલો હોય અને આરમેચર ઉપલા ભાગમાં હોય, તેમાં મેગનેટ આરમેચરને પોતાની તરફ નીચે ખેંચે છે, તથા ખુદ આરમેચરનું વજન પણ નીચેજ પડે છે, તેથી આરમેચર શાફ્ટની બેરીંગો ઘણીજ ગરમ થયા કરે છે. એવા ડાઇનેમોમાં મેગનેટના આરમેચર રેહવાના ખાંચામાં આરમેચર સહેજ ઉંચો રાખવો, એટલે આરમેચર અને મેગનેટના ખાંચા વચ્ચે જે ફરતી ખાલી જગા રહે છે તે નીચેની તરફ વધુ અને ઉપરની બાજુ ઓછી રાખવી-જેમકે જો આરમેચર અને મેગનેટના ખાંચાની વચ્ચે બધે ફરતી ૧ દોરાની જગા હોય તો શાફ્ટની બેરીંગોની નીચે લાઇનરો મુકીને નીચેની બાજુએ દોઢ દોરો અને ઉપરની બાજુએ અરધો દોરો જગા રહે તેમ કરી લેવું. આથી આરમેચરની ઉપલી બાજુ મેગનેટની વધુ નજદીક રહેવાથી આરમેચર ઉપરની બાજુએ વધુ ખેંચાઇ સહેજ ઉંચકાશે, પણ તેનું પોતાનું વજન તેને નીચે ખેંચી રાખશે, તેથી આરમેચર બરાબર બેલન્સમાં ફરતું રહેશે, અને બેરીંગોપર અસાધારણ દબાણ પડશે નહી. સારા મેકરના ડાઇનેમોમાં મેગનેટ ∩ આવી રીતે મુકેલો હોય છે, જેથી મેગનેટ આરમેચરને ઉપર ખેંચે અને આરમેચરનું વજન તેને નીચે ખેંચે, તેથી તે બરાબર બેલેન્સમાં ફરે. તેમજ ⊂O⊃ આવી રીતે મુકેલા મેગનેટમાં પણ આરમેચર બરાબર બેલેન્સમાં ફરે છે. નવી ઢપના બે કરતાં વધારે મેગનેટના મલટી પોલર ડાઇનેમોમાં આવી ખામીઓ હોતી નથી.

ડાઇનેમો ગરમ થઇ જવાનાં કારણોમાં એક કારણ હલકી બનાવટને લીધે હોય છે. મશીનરીના ધંધામાં હરીફાઇ ઘણી હોવાથી હલકા મેકરના ડાઇનેમોમાં ત્રાંબાની કીમ્મતમાં કસર કરવાના હેતુથી જોઇએ તે કરતાં પાતળા તારો વાપરવામાં આવે છે, જેથી થોડા કલાક ડાઇનેમો ચાલ્યા પછી તે ઘણો ગરમ થઇ જાય છે. આપણા ગરમ દેશમાં તો ડાઇનેમોમાં વપરાતાં ત્રાંબામાં વધારે છુટ રાખવી જોઇએ, જેથી ૬ કલાક ફુલ સ્પીડે અને ફુલ લોડે ડાઇનેમો

ચાલવા છતાંપણી તેની ટેમ્પરેચર આજુબાજુની હવાની ટેમ્પરેચર ઉપરાંત બીજી આશરે ૬૦–૭૦ ડીગ્રીથી વધારે થાય નહી. જોઇએ તે કરતાં વધારે વોલ્ટેજથી તેમજ ઓછી સ્પીડે ફુલ લેાડ લેવાથી પણ આરમેચર ગરમ થાય છે. વળી આરમેચરમાં ભિનાશ દાખલ થવાથી પણ તે ગરમ થાય છે.

વેાલટેજમાં વધઘટ થવાનાં કારણેા—ડાઇનેમેાના પટેા યા રસા સરી જવાથી યા એનજીનની ચાલ સહેજ ઓછી વધતી થયા કરવાથી ડાઇનેમેાના વેાલટેજમાં સહેજ ફરક પડયા કરે છે; પણ જો વેાલટેજમાં ઘણેા ફરક પડયા કરે તેા તેનું કારણ શેાધી કાહડવાની અગત્ય છે. કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમેામાં કેાઇ વેળા એમ બને છે કે ચાલુ કરતી વખતે ડાઇનેમેામાં વિજળી તેા બરાબર ઉત્પન્ન થાય છે, પણ જેમ જેમ બતીએા સળગતી જાય તેમ તેમ તેના વેાલ્ટેજ ઘટતા જાય છે. આનું કારણ ડાઇનેમેાની **"પેાલેરીટી"** (polarity) બદલાઇ જવાનું હેાય છે એટલે કે ડાઇનેમેાના મેગનેટનેા સાઉઠ પેાલ બદલાઇને નૉર્થ પેાલ થઇ જાય છે. એમ ખરેખર બન્યું છે કે નહી તેની તપાસ કરવા માટે ડાઇનેમેાના સીરીઝ કૉઇલના બન્ને છેડા શૉર્ટ સરકીટથી જોડી ડાઇનેમેા ચલાવી જોવેા. જો વેાલટેજ વધે તેા જાણવું કે પેાલૅરીટી બદલાઇ છે, જેના ઉપાય તરીકે સીરીઝ કૉઇલના કનેકશનની ફેરબદલી કરી નાખવી—એટલે જે અગાઉ + બ્રશ સાથે હતેા તે હવે — સાથે જોડવેા, અને અગાઉ જે — હતેા તે હવે + સાથે જોડવેા.

જો એન્જીનની ચાલ એકસરખી રહેવા છતાં વેાલ્ટેજ વધે તેા શન્ટ મશીનમાં ફીલ્ડ સરકીટમાં થેાડેાક રીઝીસ્ટન્સ વધારવાથી વેાલ્ટેજ ઓછા કરી શકાશે. જો સીરીઝ મશીન હેાય તેા સીરીઝનાં કૉઇલમાં પૅરેલલ સીસ્તમથી કનેકશન કરીને થેાડેાક કરન્ટ બાહારેા બાહાર શન્ટ કરી નાખવેા.

પ્રકરણ—૨૮

ઇલેકટ્રીક એકયુમ્યુલેટર (બૅટરી)

ELECTRIC ACCUMULATOR

ઇલેકટ્રીક એકયુમ્યુલેટર એનજીનની મદદથી ડાઇનેમેા ચલાવી જે વિજળી ઉત્પન્ન થાય તે એકયુમ્યુલેટર અથવા સેકન્ડરી

(secondary) બેટરીઓમાં ભરી રાખવામાં આવે છે, જેથી જ્યારે એનજીન બંધ હોય અને ડાઇનેમો ચાલી શકતો નહી હોય ત્યારે પણ એકયુમ્યુલેટરમાંથી જોઇએ તેટલી વિજળીનો પ્રવાહ લઇ શકાય છે. એકયુમ્યુલેટરનું કદ એટલું હોવું જોઇએ કે તે ફુલ લોડે ૭ થી ૮ કલાક કરન્ટ આપી શકે. ઘણીક વેળા એવું બને છે કે ઇલેકટ્રીક કરન્ટનો મોટો ભાગ દિવસના માત્ર એક બે કલાકજ જોઇએ છે, જ્યારે બાકીનો વખત ઓછા કરન્ટ ખપે છે. માટે જોઇતા વધુમાં વધુ કરન્ટ માટે મોટા ડાઇનેમો અને મોટાં એનજીનો મૂકવાને બદલે એવી ગોઠવણ કરવામાં આવે છે કે જ્યારે કરન્ટ દિવસના કોઇ ભાગમાં ઓછો ખપતો હોય ત્યારે બાકીનો કરન્ટ એકયુમ્યુલેટરમાં ભરવામાં આવે છે, જેથી જ્યારે એકાએક મોટા કરન્ટની માંગણી નિકળે ત્યારે એક બે કલાક એકયુમ્યુલેટરમાંથી જોઇતા વધારાનો કરન્ટ આપવામાં આવે છે. આવી ગોઠવણ ઘણી કરકસર ભરેલી થઇ પડે છે.

વળી ઘણેક ઠેકાણે રાતના માત્ર ૩–૪ કલાકજ બત્તીની જરૂર હોય છે, જે વખતે એનજીન ડાઇનેમો ચલાવી વિજળી ઉત્પન્ન કરવા કરતાં જો એકયુમ્યુલેટર રાખ્યાં હોય તો દિવસના એનજીન ડાઇનેમો ચલાવી એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કરી રાખી રાતના માત્ર એક સ્વીચ દાબવાથી બધી બત્તીઓ સળગાવી શકાય છે, અને તે વખતે વિજળીનું કામ જાણનાર માણસ કે એનજીનીઅરની હાજરીની જરૂર પડતી નથી. તેમજ જેટલી બત્તીની જરૂર હોય તેટલોજ કરન્ટ એકયુમ્યુલેટરમાંથી લેવામાં આવે છે, અને માત્ર થોડી બત્તીઓને ખાતર એનજીન ચાલુ રાખવું પડતું નથી.

ઇલેકટ્રીક એકયુમ્યુલેટરને સ્ટોરેજ બેટરી (Storage Battery) પણ કહે છે. એમાં અને વિજળી ઉત્પન્ન કરનારી પ્રાઇમરી (primary) બેટરીમાં ફરક એ હોય છે કે એકયુમ્યુલેટર જ્યારે ખાલી થઇ જાય ત્યારે તેમાં વિજળી પાછી ભરી શકાય છે, જ્યારે પ્રાઇમરી બેટરીમાં તો નવી પ્લેટો અને નવું રસાયની મીશ્રણ નાખવું પડે છે. એકયુમ્યુલેટરમાં વિજળીનો કરન્ટ આપતાંજ તે માહેલાં પાણીનું પૃથકરણ (decompose) થઇ પાણી તેની અસલ બે ગૅસ ઑક્ષીજન અને હાઇડ્રોજનમાં છુટું પડી જાય છે, અને પૉઝીટીવ પ્લેટો ઉપર ઑક્ષીજન અને નેગેટીવ પ્લેટો ઉપર હાઇડ્રોજનના પરપોટા (bubbles)

લાગી રહે છે, જે ગૅસો પાછળથી ઉપર ચહડી હવામાં નિકળી જાય છે. પ્રાઇમરી બેટરી પોતે વિજળી ઉત્પન્ન કરી આપે છે, પણ સ્ટોરેજ બેટરી માત્ર બાહેરની વિજળી પોતામાં ભરી રાખે છે. એની શોધ એક ફ્રેન્ચ સાયન્ટીસ્ટે ૧૮૦૧ માં કરી હતી.

મોટાં પાવર સ્ટેશનો (Power Stations) માં આવારનવાર એકાએક મોટા પાવરની માંગણી આવી પડે છે જેને લોડનો પીક (pick of the load) કહે છે. જ્યારે એ પ્રમાણે જેનેરેટરો ઉપરનો લોડ તેની ટોંચે ચહડી જાય ત્યારે જેનેરેટરો તેને પૂગી શકે નહી; પણ જો એકયુમ્યુલેટર અથવા સ્તોરેજ બેટરીમાં વિજળી તૈયાર ભરી રાખી હોય તો માત્ર એક સ્વીચ દબાવતાં લોડની તે વધારાની માંગણીને પૂરૂં પડી શકાય છે, જે ઘણું સગવડ ભરેલું છે. એ માટે એવી ગોહવણ રાખવામાં આવે છે કે જ્યારે જેનેરેટરો ઉપર લોડ ઓછો હોય ત્યારે તેઓ લોડ ખેંચવા ઉપરાંત બેટરી પણ ચાર્જ કર્યાં જાય છે, જેથી બેટરી તૈયાર ચાર્જ્ડ હાલતમાં રહે છે; અને જેવી વધારે લોડની માંગણી આવી કે તે વધારો બેટરીમાંથી પૂરો પાડવામાં આવે છે.

મોટરકારની બેટરીમાં એવી ગોઠવણ હોય છે કે જ્યારે કાર ચાલે છે ત્યારે બેટરી ચાર્જ થાય છે. રાતના જ્યારે કાર ચાલુ રહે ત્યારે કારના જેનેરેટરમાંથી વિજળીની રોશની બળ્યા કરે, પણ કાર બંધ થતાંજ એક સ્વીચ પોતાની મેળે ઉઘડી જઇને બત્તીઓ સાથનો જેનેરેટરનો સંબંધ છોડી નાખી બેટરી સાથે જોડી આપે છે. આ ઑટોમેટીક (automatic) સ્વીચ વળી એવી રીતે ગોઠવેલી હોય છે કે ગાડી હળવે ચાલતાં અથવા ઉભી રહેતાં બેટરીમાંથી વિજળી બત્તીઓને મળે, અને ગાડી કલાકના ૩-૪ માઇલથી વધુ ઝડપે દોડતાંજ જેનેરેટરમાંથી વિજળી બત્તીઓને મળે.

ઇલેક્ટ્રીક રેલ્વે (Electric Railway) માં એવી ગોઠવણ રાખવામાં આવે છે કે જ્યારે કોઇ લાંબા ઢળાણ અથવા પાહડ ઉપરથી ત્રેન નીચે ઉતરે છે ત્યારે તે ત્રેનમા રાખેલા મોટરો જેનેરેટરો તરીકે કામ કરી વિજળી પેદા કરી તે પાહડને નીચે રાખેલાં પાવર હાઉસમાં રાખેલાં એકયુમ્યુલેટરો ચાર્જ કરે છે, જેથી જ્યારે કોઇ ત્રેન પાહડ ઉપર ચહડતી વખતે વધારે કરન્ટ ખરચે

ત્યારે એવી બેટરી અથવા એકયુમ્યુલેટરમાંથી તે વધારાનો કરન્ટ ખેંચી શકાય અને પાવર હાઉસના જેનેરેટરો ઉપર વધુ લોડ આવે નહી.

એકયુમ્યુલેટરની બનાવટ સાદી હોય છે. એમાં કાચના અથવા સખ્ત કીધેલાં રબરનાં એક વાસણમાં સીસાંની બનાવટની પ્લેટો હોય છે. પૉઝીટીવ પ્લેટ સીસાં અને સીંદુરની બનાવટમાંથી બનાવેલી હોય છે. તે લગાર તપખીરિઆ રંગની હોય છે નેગેટીવ પ્લેટ નરમ સીંસાની બનાવેલી હાય છે. તેનો રંગ સ્લેટના જેવો યા સહેજ આસમાની હોય છે. એમાં ચોખ્ખી સલફ્યુરીક એસીડ (sulphuric acid)ને ડીસ્ટીલ્ડ કે વર્ષાદનાં પાણીમાં મેળવીને નામવામાં આવે છે. સલફ્યુરીક એસીડ અને પાણીનું એ મીશ્રણ જેને ઇલેકટ્રોલાઇટ (electrolyte) કહે છે, તે હાઇડ્રોમીટરથી માપીને ૧.૧૯ સ્પેસિફીક ગ્રેવીટીનું રાખવામાં આવે છે, જે એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કર્યા પછી ૧.૨૧ થવું જોઇએ. પ્લેટની ઉપર આસરે અર્ધા ઇંચ સુધી એ પાણી રહે તેટલું ભરવામાં આવે છે. એ મીશ્રણ અથવા સોલ્યુશન (solution) બનાવતી વખતે તે ગરમ થઇ જાય છે, માટે તેને બરાબર ઠંડું પડવા દીધા પછી થોડા કલાક રહીને એકયુમ્યુલેટરમાં નામવામાં આવે છે. જેવું એ સોલ્યુશન એકયુમ્યુલેટરમાં નામ્યું કે તુરત વિજળી ભરવાનું કામ ચાલુ કરવું. જો એમ નહી કરવામાં આવે તો બેટરીમાં સીસાંનો ખાર જમી જાય જેથી ઘણી હેરાનગતી ખમવી પડે. એસીડ નરમ કરવા માટે બનતાં સુધી તેમાં સ્વચ્છ ડીસ્ટીલ્ડ વાટર (distilled water) નામવું જોઇએ. પાણી ભેળ્યા વગરની સાધારણ એસીડ ૧.૭૬૦ થી ૧.૮૪૦ સ્પેસિફીક ગ્રેવીટીની હોય છે. સોલ્યુશન બનાવતી વખતે પાણીમાં ઘણી ધીમે ધીમે એસીડ નાખવામાં આવે છે. એસીડમાં પાણી કદીબી નામવામાં આવતું નથી, કારણ કે તેથી એસીડ ફાટીને ઉડે છે અને આજુબાજુ ઉભેલાં માણસોને દઝાડી નાખે છે. ઘણુંખરૂં એક ભાગ એસીડમાં આસરે ૫ ભાગ પાણી નામવાથી જોઇતી સ્પેસિફીક ગ્રેવીટીનું સોલ્યુશન બને છે. દરેક સેલ (cell)માં ૩, ૫, યા ૭ એ પ્રમાણે પ્લેટોની સંખ્યા એકીની હોય છે, અને પૉઝીટીવ કરતાં નેગેટીવ પ્લેટ એક વધારે હોય છે. ખુદ બેટરીની અંદર કદીબી ઇલેકટ્રોલાઇટ બનાવવામાં આવતું નથી, પણ જુદા પથ્થરનાં વાસણમાં બનાવી બરાબર ઠંડુ થયા પછી બેટરીમાં નામવામાં આવે છે. એક સેલમાં

સાથે જોડેલી પ્લેટોમાં બન્ને છેડેની નેગેટીવ પ્લેટો હોય છે, અને તેઓ વચ્ચે પૉઝીટીવ પ્લેટો રાખવામાં આવે છે, અને એ પ્લેટો એક બીજી સાથે જોડવા સીસાંની પટી તેઓમાં કનેકશનો સાથે તાવીને ફ્યુઝ કરવામાં આવે છે.

એકયુમ્યુલેટરમાં એસીડનું પાણી નામવાની મતલબ એ છે કે એમાં દાખલ થતા ઇલેકટ્રીક કરન્ટને એસીડને લીધે રીઝીસ્ટન્સ ઓછો મળે છે. જેમ પાણીમાં એસીડ વધારે તેમ રીઝીસ્ટન્સ ઓછો ખરો, પણ એનીભી હદ છે, અને રીઝીસ્ટન્સ એકદમ ઓછો રાખવાથી કરન્ટ દાખલ થતાંજ પાણી ઉકળવા માંડે છે, અને ઉપર લખેલી રસાયની ક્રિયા મંદ પડે છે. સલફ્યુરીક એસીડ ખાસ ગંધકમાંથીજ બનાવેલી હોવી જોઇએ. એ એસીડ ઘણી ધાસ્તી ભરેલી હોય છે, અને અંગ ઉપર પડતાંજ અતિશય વેદના સાથે ચામડી બળી જાય છે, માટે કામ કરતી વખતે ઘણી સંભાળ રાખવાની જરૂર છે. પાણીમાં ભેળ્યા પછી એસીડનું પાણી એટલું જોખમ ભરેલું હોતું નથી. ડીસ્તીલ્ડ વૉટર નહિ મળી શકે તો વર્ષાદનું પાણી ભરી રાખી કામ પડતાંજ ઉપયોગમાં લેવું. એસીડવાળું પાણી બાહેર જૂદા કાચ કે કોડીનાં વાસણમાં બનાવી ઠંડું પાડયા પછીજ બેટેરીમાં નામવું. ઘણી સારી જાતની ચોખ્ખી એસીડ હાઇડ્રોમીટરથી માપતાં ૧.૮૪ સ્પેસિફિક ગ્રેવીટી બતાવે છે, જે બોમે (Baume)નાં હાઇડ્રોમીટરની ૬૬ ડીગ્રીની બરાબર છે. એસીડનાં પાણીને ઇલેકટ્રોલાઇટ (electrolyte) કહે છે.

ઇલેકટ્રોલાઇટનો ખપ (Consumption of Electrolyte)–મોટી બેટેરીઓમાં દર ૧૦૦ એમ્પીઅર–અવર સાઇઝ દીઠ ૮ કલાક સુધી ફુલલોડે કામ આપતાં ૧૦ પાઉન્ડ ઇલેકટ્રો લાઇટ ખપે છે, અને નાની મોટરકારની બેટેરીઓમાં માત્ર ૪ થી ૫ પાઉન્ડ ખપે છે.

જુનું ઇલેકટ્રોલાઇટ (Electrolyte) અથવા એસીડનું પાણી જ્યારે બેટેરી માહેલી પ્લેટો રીપેર કરતી વખતે કાહડી નાખ્યું હોય ત્યારે તે પાછું વાપરી શકાય છે. પણ પાણી કાહડતી વખતે સંભાળ રાખવી જોઇએ કે નીચે ઠરેલો ખાર પાણી સાથે ભેળાય નહી. એ પાણીને ઘણુંજ સ્વચ્છ કાચનાં કે કોડીનાં વાસણમાં ભરી રાખવું, અને પાછું કામમાં લેવું. પણ ઘણાકો નવુંજ પાણી (૧.૧૯ સ્પેસિ

ફિક ગ્રેવિટિનું') બનાવી વાપરવાનું પસંદ કરે છે. જો હાઇડ્રોમીટરમાં સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી વધુ દેખાય તો તેમાં પાણી નાખી જોઇએ તેટલી ઓછી કરવી. જો ઓછી દેખાય તો તેમાં પાણી ભેળેલી એસીડનું સ્ટ્રૉન્ગ પાણી નાખવું. જ્યારે ઇલેક્ટ્રોલાઇટની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ ૧.૨૬૦ હોય ત્યારે તેનો રીઝીસ્ટન્સ ઓછામાં ઓછો હોય છે. બેટરીમાં એસીડનું પાણી નાખતાંજ તેની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ ઓછી થઇ જાય છે, પણ તેમાં ઇલેક્ટ્રીક કરન્ટ ચાર્જ કરતાંજ તે વધે છે. જ્યારે બેટરીમાં કરન્ટનો ફુલ ચાર્જ આપ્યો હોય ત્યારે તેનાં ઇલેક્ટ્રોલાઇટની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ ૧.૨૦૦ થી વધુ થવી જોઇએ નહી. જ્યારે ઇલેક્ટ્રો લાઇટનું પાણી સુકાઇ જાય ત્યારે બેટરીમાં બીજું સ્વચ્છ ડીસ્ટીલ્ડ વૉટર કે વર્ષાદનું પાણી નાખવું, કારણ કે એસીડ ભારે હોવાથી તે સુકાઇને ઉડી જતી નથી. જો સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિમાં ફરક પડે તોજ એસીડ ભેળેલું પાણી નાખવું. એસીડ ભારે હોવાથી હંમેશાં સાદું પાણી નાખતી વખતે કાચની લાંબી નળીવાળી ગળણીની મદદથી પાણી સૅલને તળિએ પોંહચે તેવી રીતે નાખવું જોઇએ.

ઇલેક્ટ્રોલાઇટ (Electrolyte) બનાવવામાં ઘણીજ ચોખ્ખી એસીડ વાપરવી તથા પાણી પણ સ્ટીમને કન્ડેન્સ્ડ કરીને બનાવેલું ડીસ્ટીલ્ડ વૉટર, નહી તો વર્ષાદનું ઝિલેલું પાણી વાપરવું. બજારૂ સલફ્યુરીક એસીડમાં ઘણીક અસ્વચ્છતા (impurities) હોય છે, જેમાં લોહડાંનો ઓગાળ જરાબી હોવો નહી જોઇએ. જો એ એસીડમાં $\frac{1}{200}$ માં ભાગ કરતાં વધુ લોહડું હોય તો તે રદ કરવામાં આવે છે. તેજ પ્રમાણે નળ કે કુવાનું કે નદીનું પાણી દેખીતું નિર્મળ હોવા છતાં તે જાતજાતના ખાર અને ધાતુ–ખાસ કરીને લોહડું–ધરાવે છે. મોટી પાવર બેટરીઓ માટે તો ડીસ્ટીલ્ડ વૉટર બનાવવાનું મશીન પણ સાથેજ બેસાડવામાં આવે છે. જેમાં ડીસ્ટીલ્ડ વૉટર બનાવી ભરી રાખવામાં આવે છે. આવી બાબતની બેદરકારીથી અને બેટરીમાં સાધારણ પાણી નાખવાથી ઘણીક નવી બેટરીઓ શરૂઆતમાંજ રદ થઇ જાય છે. ઇલેક્ટ્રોલાઇટ હલાવવા માટે સ્વચ્છ લાકડાં કે કાચનો દાંડો વાપરવો, કોઇબી ધાતુનો વાપરવો નહીં.

ફૉર્મ્ડ અને પેસ્ટેડ પ્લેટ (Formed and Pasted Plates)–ઇલેક્ટ્રીક એક્યુમ્યુલેટરની બનાવટમાં બે રીતે પૉઝીટીવ

પ્લેટો અને નેગેટીવ પ્લેટો બનાવવામાં આવે છે, જેઓને ચોકકસ રસાયની તથા વિજળીક ક્રિયાઓથી પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ પ્લેટોમાં ફેરવી નાખવામાં આવે છે. પેસ્ટેડ પૉઝીટીવ પ્લેટ સીસાંની જાલી જેવી બનાવી પોઝીટીવ માટે તેમાં સીંદુર અથવા રેડલેડ (red lead) ની ચોકકસ રસાયની મેળવણી નરમ સલફ્યુરીક એસીડમાં બનાવીને પેસ્ટ અથવા લાહીના જેવી બનાવી ખુબ દાબીને ભરવામાં આવે છે. નેગેટીવ માટે સીસાંની જાલીમાં લીથાર્જ (litharge) અથવા મુડદારસીંગને નરમ કીધેલી (dilute) સલફ્યુરીક એસીડમાં લાહી જેવી બનાવી દાબીને ભરવામાં આવે છે.

ફૉમ્ડ પ્લેટની બેટરીને શુરૂઆતમાં ઘણો લાંબો વખત સુધી ચાર્જ કરવી પડે છે. તેઓની જીંદગી પેસ્ટેડ બેટરી કરતાં વધુ લાંબી હોય છે, પણ કીમ્મતમાં મોઘી પડે છે. ફોમ્ડ પ્લેટની સપાટી ઉપર ગ્રુવ અથવા લાંબા લિસોટા કોતરી કાહડવામાં આવે છે અને પછી પ્લેટની બન્ને તરફથી અવારનવાર ચાર્જ અને ડીસ્ચાર્જ કરવાથી પ્લેટ ખવાઇ જઇને દરિઆઇ વાદળાં (sponge) જેવી છિદ્રોવાળી થઇ જાય છે, જેથી પ્લેટની સપાટીનો એરીઆ વધે છે.

પેસ્ટેડ પ્લેટની બેટરીને ધીમે ધીમે ઓછા કરન્ટથી ચાર્જ કરવી પડે છે, અને વખત બચાવવા જો હાઇ કરન્ટથી તે ચાર્જ કરવામાં આવે તો તે ખરાબ થઇ જાય છે. એનજીન થોડા કલાક ચલાવવું પડે એવા હેતુથી કેટલાકો એવી બેટરી હાઇ કરન્ટથી ચાર્જ કરે છે, તે ભૂલભરેલું છે. સારી રીતે રાખેલી પેસ્ટેડ પ્લેટની બેટરી ૩૦૦ વખત ચાર્જ–ડીસ્ચાર્જ કીધા પછી તેની જીંદગી ખતમ થાય છે.

એક્યુમ્યુલેટરના વોલ્ટેજ (Voltage of Accumulator)—બેટરી ગમે તેટલી મોટી હોય તે છતાં તેના દરેક સૅલ (cell) દીઠ માત્ર ૨ થી ૨½ વોલ્ટ પ્રેસર મળે છે. જ્યારે તેમાં પુલ ચાર્જ ભરવામાં આવે છે ત્યારે તેનો પ્રેસર ૨.૬ વોલ્ટ રહે છે, પણ જયારે તેમાંથી વિજળી લેવામાં આવે, એટલે જ્યારે તેને ડીસચાર્જ કરવામાં આવે, ત્યારે તેનો પ્રેસર દરેક સૅલ દીઠ પોણાબેથી બે વોલ્ટ જેટલો રહે છે. માટે જો ૨૨૦ વોલ્ટનો પ્રેસર રાખવો હોય તો દરેક સૅલ દીઠ સરાસરી બે વોલ્ટ ગણતાં ૧૧૦ સૅલની બેટરી હોવી જોઇએ.

બધાં સૅલ સીરીઝમાં જોડવામાં આવે છે. ૬૦ સૅલની બેટરી ચાર્જ કરતી વખતે ૧૫૬ વોલ્ટ આપે છે, પણ ચારજીંગ કનેકશનો છોડી નાખતાંજ તેના વોલ્ટેજ ઘટીને લગભગ ૧૧૦ થી ૧૨૦ થઇ જાય છે, માટે જે વખતે બેટરી ચાર્જ કરવામાં આવતી હોય તેજ વખતે જો તે બાહેરના સરકીટમાં કરન્ટ પણ આપતી હોય તો તેના વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટ કરવા માટે એક "સૅલ રેગ્યુલેટીંગ સ્વીચ" રાખવામાં આવે છે, જેની મદદથી જો વોલ્ટેજ વધુ હોય તો થોડાંક સૅલ ઓછાં કરી શકાય છે.

એકયુમ્યુલેટરના એમ્પીઅરેજ પૉઝીટીવ પ્લેટના દર સ્કવેર ફુટ દીઠ ચારથી આઠ એમ્પીઅર જોઇએ. કોઇજ દાખલામાં એ ૧૨ એમ્પીઅર સુધી લઇ જઇ શકાય છે. પૉઝીટીવ પ્લેટની બન્ને બાજુનો સામટો એરીઆ ગણતરીમાં લેવામાં આવે છે. મેકરોએ જે ચાર્જ કરતી વખતનો કરન્ટ આપ્યો હોય તેના ૩/૪ જેટલો કરન્ટ ચાર્જ કરતી વખતે શરૂઆતમાં રાખવો જોઇએ. અમેરીકન બનાવટની બેટેરીઓ પૉઝીટીવ પ્લેટોના સામટા (બન્ને બાજુના) એરીઆના દર એક સ્કવેર ફુટ દીઠ ૪૦ થી ૬૦ એમ્પીઅર–અવર આપે છે. વજન ઉપર હીસાબ ગણતાં બેટરીમાં વપરાતી પ્લેટોના વજનના દર પાઉન્ડ દીઠ ૧ થી ૧½ એમ્પીઅર કરન્ટ બેટરી આપે છે. અથવા દર સ્કવેર ફુટ પ્લેટ દીઠ ૫ થી ૧૫ એમ્પીઅર આપે છે, જે જુદાં જુદાં મેકરોની જુદી જુદી જાતની બનાવટ ઉપર આધાર રાખે છે.

ઇન્ટરનલ રીઝીસ્ટન્સ (Internal Resistance) —સારી જાતની બેટરીમાં અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ ઘણો ઓછો રહે છે, અને ચાર્જડ સૅલનો રીઝીસ્ટન્સ લગભગ ડીસ્ચાર્જડ થયલી બેટરીના રીઝીસ્ટન્સ કરતા થોડોક ઓછો હોય છે. નાનાં સેલમાં એ .૧ ઓહમ અને ઘણાં મોટાં સેલમા .૦૦૧ ઓહમ હોય છે.

એકયુમ્યુલેટરની સાઇઝ તેના એમ્પીઅર–અવર ઉપરથી કહેવામાં આવે છે. એટલે કે જો એક બેટરી ૧૩ કલાક સુધી ૧૦ એમ્પીઅર આપી શકે તો તે ૧૩×૧૦=૧૩૦ એમ્પીઅર–અવરની કહેવામાં આવે છે. પછી ગમેં તો ૨૬ એમ્પીઅર કરન્ટ ૫ કલાક વાપરો, યા ૫૨ કલાક સુધી ૨½ એમ્પીઅર વાપરો, જેથી છેવટે

૧૩૦ એમ્પીઅર-અવર થાય; પણ એમાંથી વિજળી વાપરવાનો ડીસ્ચાર્જીંગ રેટ તેના એમ્પીઅર-અવરના આસરે ૮ થી ૧૦ મા ભાગ જેટલોજ રાખવામાં આવે છે. એટલે ૧૩૦ એમ્પીઅર-અવરની બેટરીમાંથી આસરે ૧૩ એમ્પીઅર જેટલો કરન્ટ ૧૦ કલાક સુધી વાપરવામાં આવે છે. બેટરીની સાઇઝ તેની પ્લેટની સાઇઝ અને સંખ્યા ઉપર આધાર રાખે છે. સાધારણ ગણતરી માટે બેટરીમાં વપરાતી સીસાંની પ્લેટો અને કનેકશનોનાં વજનના દર એક પાઉન્ડ દીઠ ૪ થી ૬ વૉટ-અવર મળી શકે છે. અથવા એક હૉર્સ પાવર-અવર દીઠ બેટરીનું વજન ૧૨૫ પાઉન્ડથી ૧૮૫ થવા જાય છે. ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ માટે બેટરી જોઇતી હોય તો જેટલા વોલ્ટેજના લમ્પ વાપરવા હોય તેને ૨ ના આંકડાએ ભાંગવાથી જોઇતાં સેલની સંખ્યા મલે તે કરતાં બે ત્રણ સેલ વધુ રાખવામાં આવે છે.

એક્યુમ્યુલેટરને વિજળી ભરવા વગરનું કદીબી રાખી મુકવું નહી. જો એક્યુમ્યુલેટરનું કામ નહી હોય અને બે ત્રણ મહીના બંધ રાખવું હોય તો તેમાં પુરેપુરી વિજળી ભરીને રાખી મુકવું. જો વધુ લાંબો વખત રાખી મુકવું હોય તો પ્લેટો એક્યુ-મ્યુલેટરમાંથી બાહેર કાહડી અચ્છી તરેહ ધોઇને સુકવવી, અને દરેક પ્લેટને છુટી છુટી તેલના કાગળમાં બાંધી દાબીને મુકી રાખવી. એક્યુમ્યુલેટર પાસે જેમ વધારે સખ્ત કામ કરાવવામાં આવે અને ઓછી આસાએશ આપવામાં આવે તેમ તે સારી હાલતમાં રહે છે.

એક્યુમ્યુલેટરને ઘણી ઝડપથી ચાર્જ નહી કરવું, તેમજ ઘણી ઝડપથી ડીસચાર્જ પણ નહી કરવું. મોટાં એક્યુમ્યુલેટરો ચાર્જ કરવામાં ૨૦ થી ૩૦ કલાક થવા જોઇએ. બને તો એ ૩૦ કલાક ચાલુ ચાર્જ કર્યા કરવું, પણ તેમ જો નહી બને તો દરરોજ ઓછામાં ઓછા ૧૦ કલાક સુધી ચાલુ ચાર્જ કરવું. ઘણી ઝડપથી ચાર્જ કરવાથી બેટરી ઘણી ગરમ થઇ જાય છે. જો ઘણીજ અગત્યને લીધે માત્ર ૪ કલાકમાંજ બેટરી ચાર્જ કરવી પડે તો પહેલ્લા કલાકમાં ૪૦ ટકા, બીજામાં ૨૫ ટકા, ત્રીજામાં ૨૦ ટકા, અને ચોથામાં ૧૫ ટકા કરન્ટને હીસાબે ચારજીંગ કરવું, પણ બેટરી ગરમ થવાનાં ચિન્હો દેખાતાંજ કરન્ટ ઓછો કરવો.

નવી બેટરી શરૂઆતમાં પૂરેપૂરો પાવર આપતી નથી, પણ ૧૫–૨૦ વખત ચાર્જ–ડીસચાર્જ થવા પછી તે પૂરે પૂરો પાવર આપવા માંડે છે. શુરૂઆતમાં નવી બેટરીમાં તેના અસલ મેકરે આપેલા ચાર્જ કરતાં ૨૫ ટકા વધુ ચાર્જ આપવો અને પછી ધીમે ધીમે તે ઓવર-ચાર્જ (overcharge)ઘટાડીને માત્ર ૧૦ ટકા જેટલોજ વધુ રાખવો.

એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કરવા માટેનાં કનેકશન (Connection for Charging)—એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કરવા માટે શન્ટ વાઉન્ડ ડાયરેકટ કરન્ટ ડાઇનેમોજ વપરાય છે. જો કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો હોય તો તેને શન્ટ ડાઇનેમો બનાવી નાખ્યા પછીજ એ કામ માટે વાપરવો. ડાઇનેમોના પૉઝીટીવ તાર સાથે બેટરીનો પૉઝીટીવ ટરમીનલ (terminal) યાને છેડો જોડવો અને ડાઇનેમોના નેગેટીવ તાર સાથે બેટરીનો નેગેટીવ છેડો જોડવો. એ બાબદ ઘણીજ સંભાળ રાખવી જોઇએ, અને ડાઇનેમોનાં કનેકશન કરવા અગાઉ તેના પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ તારો કયા કયા છે તે બરાબર ખાત્રીથી જાણી તેઓ ઉપર જાથુકની નિશાની કરી રાખવી જોઇએ. એ માટેના ખાસ પોલ ટેસ્ટર (pole tester) નામનાં નાનાં ઓજાર આવે છે તે વાપરવાં, નહી તો આ પુસ્તકને પાને ૧૮૭ મે લખેલી રીત વાપરવી. બેટરી ચાર્જ કરતી વખતે ડાઇનેમો ફુલ સ્પીડે ચાલવા પછી અને પુરતા વોલ્ટેજ વોલ્ટમીટરમાં દેખાયા પછીજ કનેકશનની સ્વીચ બંધ કરવી, અને ચાર્જ થઇ રહેવા પછી ડાઇનેમોની ઝડપ ઓછી થવા પહેલ્લાં સ્વીચ ઉઘાડી નાખવી. શુરૂઆતમાં ૧૦ થી ૧૨ કલાક સુધી ચાલુ ચાર્જ કરવું અને તે વખતે બનતાં સુધી કોઇબી કારણ થકી ડાઇનેમો બંધ કરવો નહી.

ચારજીંગ ડાઇનેમો (Charging Dynamo)–બેટરીને ચાર્જ કરવા માટેનો ડાઇનેમો ડી. સી. શન્ટ વાઉન્ડ પસંદ કરવામાં આવે છે, અને બેટરીમાં જેટલાં સેલ હોમ તેથી ૨.૭૫ ગણો વોલ્ટેજ તે આપી શકે તેવો હોવો જોઇએ. એટલે ૫૦ સેલ માટે ૫૦×૨.૭૫= ૧૩૭.૫ વોલ્ટ આપી શકે તેવો ડાઇનેમો રાખવો જોઇએ. ડાઇનેમોનો પૉઝીટીવ બેટરીના પૉઝીટીવ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને ડાઇનેમોના નેગેટીવ અને બેટરીના નેગેટીવ વચ્ચે એક સ્વીચ જોડવામાં આવે છે. પેહલ્લાં ડાઇનેમો તૈયારી કરી સેલમાં ઇલેકટ્રોલાઇટ નામી તૈયાર કીધા

પછી તુરતજ સ્વીચ બંધ કરી ચાર્જ કરવાનું શુરૂ કરવામાં આવે છે, અને ડાઇનેમોનાં શન્ટ રીઝીસ્ટન્સને ઓછો વધતો કરી જોઇતો ચારજીંગ કરન્ટ રાખવામાં આવે છે. પેહલ્લાં ચારજીંગમાં ઓછામાઓછા ૧૨ કલાક સુધી ડાઇનેમો બંધ કરવામાં આવતો નથી.

એક્યુમ્યુલેટરનું ચારજીંગ (Charging of Accumulators)—સ્ટોરેજ બેટરી ચાર્જ કરવા પહેલ્લાં બધાં સૅલ તપાસી જોવાં અને તેમાં કોઇ સૅલની પ્લેટો ખરાબ થયલી માલમ પડે તો તેનું કનેકશન છોડી નાખવું. એ માટે ૫–૭ સૅલ હંમેશાં ફાલતુ રાખવામાં આવે છે. નવી બેટરી ચાર્જ કરવા માટે તેના વોલ્ટેજના ૧/૨ કે ૧/૪ પ્રેસરે પહેલ્લાં ચારજીંગ શુરૂ કરવામાં આવે છે. દરેક મેકર પોતાની બેટરીને કેવી રીતે અને કેટલા પ્રેશરે ચાર્જ કરવી તે બાબદ લખી મોકલે છે, અથવા તો તે બેટરીનાં સૅલ ઉપર તેને લગતી વિગતો લખેલી હોય છે. ઘણા ખરા મેકરો પોતાની નવી બેટરી પહેલ્લાં ત્રીસ યા પચાસ કલાક સુધી ચાલુ ચાર્જ કરવાની ભલામણ કરે છે. ચાર્જ કરતી વખતે ઇલેકટ્રોલાઇટની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ તપાસ્તા જવામાં આવે છે. સૅલમાં નામતી વખતે એ સ્પેસિફિક ગ્રેવિટી જો ૧.૨૦૦ હોય તો ચાર્જ કીધા પછી તે ૧.૨૨૫ થવી જોઇએ. જો વધારે થયલી દેખાય તો સૅલમાં ડીસ્તીલ્ડ વૉટર નામવું, અને જો ઓછી દેખાય તો પાણી ભેળેલી એસીડ નામવી. કેટલાકો બેટરીના જેટલા એમ્પીઅર-અવર હોય તેના ૧/૮ મા ભાગ જેટલા એમ્પીઅરે ચારજીંગ શુરૂ કરવા કહે છે; જેમકે ૧૬૦ એમ્પીઅર-અવરની સાઇઝની બેટરી હોય તો ૧૬૦÷૮=૨૦ એમ્પીઅર કરન્ટ ચારજીંગ વખતે રાખવો. કેટલાકો પ્લેટના દર સ્કવેર ઇંચ સપાટી દીઠ .૦૨૬ એમ્પીઅરથી વધુ કરન્ટ ચારજીંગ વખતે આપવાની ભલામણ કરતા નથી.

ચારજીંગની છેવટે બેટરીના ચાલુ વોલ્ટેજ કરતાં ૧૦ ટકા વધુ વોલ્ટેજ રાખી થોડા કલાક ચાર્જ કરી પછીજ ચારજીંગ બંધ કરવું. બેટરી બરાબર ચાર્જ થઇ રહેશે કે તેમાંનું પાણી ઉકળતું હોય તેમ દેખાશે અને તેમાંથી ગૅસ નિકળવા માંડશે, તથા એસીડનું પાણી લગાર દુધ્યા રંગનું થઇ જશે, તેમજ વોલ્ટમીટર પણ બેટરીના ચાલુ વોલ્ટેજ કરતાં સહેજ વધુ દેખાડશે. કેટલાકો ચારજીંગની શુરૂઆતમાંજ સેંકડે ૫ ટકા વધુ વોલ્ટેજ રાખવાની ભલામણ કરે છે.

જો સૅલ ૧.૭ થી ઓછા વોલ્ટ દેખાડે તો ચાર્જ કરતી વખતે વધારે વોલ્ટેજ રાખવાની અગત નથી. જુની બેટરીમાં પાણીનો રંગ ઘણો ઘેરો દુધ જેવો થતો નથી. બરાબર ચાર્જ કીધા પછી દરેક સેલમાં ૨.૪ થી ૨.૫ વોલ્ટ દેખાવો જોઇએ.

ચારજીંગમાં ખપતો કરન્ટ બેટરીના એમ્પીઅર-અવર ઉપર આધાર રાખે છે. ૧૧૦ વોલ્ટની અને ૧૦૦ એમ્પીઅર-અવરની બેટરીને ૧૦ એમ્પીઅર કરન્ટે ૧૦ કલાક સુધી ચાર્જ કરવી પડશે, જેથી તે ૧૧૦ વોલ્ટ×૧૦ એમ્પીઅર=૧૧૦૦ વૉટ કરન્ટ ખાશે. એ માટેનો ફોરમ્યુલા નીચે મુજબ છેઃ-

$$I = \frac{P - p}{R}$$

I=સેલનો કરન્ટ એમ્પીઅરમાં. P=ચારજીંગ કરન્ટનો વોલ્ટેજ.

p=સેલનો વોલ્ટેજ. R=સેલનો અંદરનો રીઝીસ્ટન્સ.

બેટરી કેટલે વખતે ચાર્જ કરવી તે જાણવું ઘણું જરૂરનું છે. એક્યુમ્યુલેટરમાંથી વિજળી કોઇપણ કારણસર બીલકુલ કાહડી લેવી નહી, પણ તેમાં ¼ ભાગ જેટલી વિજળી તો હમેશાંજ રહેવા દેવી; જ્યારે દર સૅલ (cell) દીઠ વોલ્ટેજ ૧.૭ કે ૧.૮ દેખાડે ત્યારે તેને ચાર્જ કરવી તુરત શુરૂ કરવી. જો કોઇ કારણસર વિજળી બેટરીમાંથી બીલકુલ નિકળી ગઇ હોય તો પાછી ચાર્જ કરતી વખતે તેમાં સેંકડે ૩૦ ટકા જેટલો કરન્ટ શુરૂઆતમાં આપી ધીમે ધીમે ચાર્જ કરવું. બેટરી ગમે તેટલી થોડી વપરાતી હોય તે છતાં દર પંદર દિવસે તેને ચાર્જ કરતાંજ રહેવું જોઇએ. જ્યારે કોઇ બેટરી ઝડપથી ચાર્જ કરવામાં કે ડીસ્ચાર્જ કરવામાં આવે છે ત્યારે ઘણી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. માટે એવી વખતે બેટરીના ઓરડામાં ઉઘાડી બત્તી લઇ જવાથી કોઇ વેળા બેટરી સળગી ઉઠે છે.

તદ્દન નવી બેટેરીનો શુરૂઆતનો ચાર્જ (Initial Charge)—તદ્દન નવી બેટરીને પહેલ્લાં શુરૂઆતમાં ચાર્જ કરવા માટે ઓછા (લગભગ અરધા) કરન્ટે ૪-૫ કલાક સુધી ચાર્જ કરવામાં આવે છે અને બાકીનો ચાર્જ મેકરે પોતાના સુચી પત્રમાં

જેટલો લખ્યો હોય તેટલા કરન્ટથી આપીને લગભગ ૨૪–૨૫ કલાકમાં બધું ચારજીંગ પૂરૂં કરવામાં આવે છે. એ બાબદમાં જરાબી ભૂલ થવાથી શુરૂઆતથીજ બેટેરી ખરાબ થઇ જવાનો અને પાછળથી ચાલુમાં ઘણી તકલીફ પડવાનો સંભવ રહે છે. શુરૂઆતનો ૨૪ કલાકનો એ ચાર્જ ઘણી વખતે બાર બાર કલાકના બે ભાગમાં વેંહચી નાખવામાં આવે છે, અને એ બાર કલાકના અરસામાં ચારજીંગ ડાઇનેમો જરાબી બંધ રહેવો નહી જોઇએ, પણ વગર ખાંચો ખાવે ચારજીંગ થવું જોઇએ. એ માટેની સંપૂર્ણ તૈયારી આગમજથી કરી રાખવી જોઇએ કે જેથી ચાલુમાં કશી હરકત નડે નહી અને થોડો વખતબી ચારજીંગ બંધ કરવાની ફરજ પડે નહી. ચારજીંગ વખતે એસીડનાં પાણીની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ તપાસતા જવામાં આવે છે, કારણ કે બેટેરીની હાલતનો મૂખ્ય આધાર એજ ઉપર હોય છે. ચારજીંગની છેવટે છેલ્લા અરધા કલાકમાં ચારજીંગ કરન્ટ અરધોઅર્ધ ઘટાડી નાંખવામાં આવે છે.

કરન્ટ ઈફીસીએન્સી (Current Efficiency)—બેટરીને ચાર્જ કરતી વખતે ખપતા કરન્ટ સાથે સરખાવતાં તેમાંથી ડીસ્ચાર્જ કરતી વખતે મલતો કરન્ટ ઓછો હોય છે, અને એ વચ્ચેનાં પ્રમાણને બેટેરીની ઇફીસીએન્સી કહે છે, જે બેટેરીની જાત, અને તેની હાલત ઉપર આધાર રાખે છે. એ ઇફીસીએન્સી લગભગ ૮૦ થી ૯૦ ટકા હોય છે, એટલે કે જો બેટેરી ચાર્જ કરવામાં ૧૦૦ એમ્પીઅર ખપતા હોય તો તેમાંથી માત્ર ૮૦ થી ૯૦ એમ્પીઅર મળી શકે છે. એ હિસાબે એનરજી અથવા પાવર ઇફીસીઅન્સી ૬૦ થી ૭૦ ટકા વૉટ અવર હોય છે. બેટેરીને જેમ ધીમે ધીમે ડીસ્ચાર્જડ કરવામાં આવે તેમ તેની ઇફીસીએન્સી વધે છે.

બુસ્ટર (Booster)—ઉપર કહ્યું છે કે બેટેરી ચાર્જ કરતી વખતે જો તેમાંથી કરન્ટ ખેંચવામાં આવે તો તે હંમેશ કરતાં વધારે વોલ્ટેજ આપે છે, જે માટે સેલ રેગ્યુલેટીંગ સ્વીચ રાખવામાં આવે છે, જેની મદદથી જો વધારે વોલ્ટેજ થાય તો બે ચાર સૅલ સરકીટમાંથી કાપી નાખી વોલ્ટેજ ઘટાડી એકસરખાં જોઇતાં પ્રમાણમાં રાખી શકાય. મોટાં એકયુમ્યુલેટરની સાથે આવી સ્વીચ ઉપરાંત એક નાનો ડાઇનેમો ઇલેકટ્રીક મોટર સાથેજ પાધરો જોડેલો રાખવામાં

આવે છે, અને મોટરને મેન સરકીટમાંથી લીધેલા ઇલેકટ્રીક કરન્ટથી ચલાવતાં ડાઇનેમો ચાલુ થાય છે. આવી જાતના મોટર-જેનેરેટરને બુસ્ટર કહે છે. એ ડાઇનેમો બેટરીના ચારજીંગ કરન્ટ જેટલા એમ્પી-અરનો અને માત્ર ૫૦-૬૦ વોલ્ટનો હોય છે, અને એ બુસ્ટરનું કનેકશન એકયુમ્યુલેટર સાથ કરવાથી તેના વોલ્ટેજ જોઇએ તેટલા વધારી કે ઘટાડીને એકસરખા રાખી શકાય છે. એકયુમ્યુલેટરને ચાર્જ કરવાના શુરૂઆતના કરતાં સેવટના વોલ્ટેજ ચાલુ વોલ્ટેજ કરતાં લગભગ ૩૦ ટકા વધુ રાખવા પડે છે-એટલે કે ૧૦૦ વોલ્ટે કામ કરનારાં એકયુમ્યુલેટરને ચાર્જ કરતી વખતે ધીમે ધીમે પ્રેસર વધારી સેવટે ૧૩૦ વોલ્ટ જેટલો કરવામાં આવે છે, અને તે વખતે જો બેટરીમાંથી કરન્ટ બત્તીઓમાં આપ્યો હોય તો બત્તીઓના ગ્લોબ બળી જાય; માટે એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કરવાનો મોટો ડાઇનેમો ચાલુ વોલ્ટેજે એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કર્યો જાય છે, અને ચારજીંગની સેવટે વધારાનો પ્રેસર બુસ્ટરથી આપવામાં આવે છે. બેટરીનો પૉઝીટીવ પોલ સર-કીટના પૉઝીટીવ પોલ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને બેટરીનો નેગેટીવ પોલ બુસ્ટરના નેગેટીવ સાથ જોડવામાં આવે છે, તેમજ બુસ્ટરનો પૉઝીટીવ સરકીટના નેગેટીવ સાથ જોડવામાં આવે છે. આવાં કનેક-શનથી બુસ્ટર ચારજીંગ-જેનરેટર સાથ સીરીઝમાં જોડાય છે, અને બેટરી બાહેરના સરકીટ સાથે ચારજીંગ વખતે પાધરી કનેકશનમાં રહેતી નથી.

ચાર્જ કરતી વખતે બદલાતો પ્લેટોનો રંગ

(Colour of the Plates)—નવી બેટરીમાં ચાર્જ કરવા અગાઉ પૉઝીટીવ પ્લેટનો રંગ ઘેરો તપખીરિયા હોય છે, જે ઉપર સફેદ અથવા રાતાં ઢાંબાં હોય છે, અને નેગેટીવ પ્લેટનો રંગ પિળાશ પડતો ભૂરો (grey) હોય છે. પહેલ્લાં ચાર્જ કરતી વખતે જ્યાંસુધી પૉઝીટીવ પ્લેટનો રંગ બદલાઇને તે ઉપરનાં ઢાંબાં તદન નિકળી નહી જાય અને પ્લેટનો રંગ સાફ ઘેરો ચૉકોલેટ જેવો નહી થાય ત્યાંસુધી ચાર્જ કરવું. છેવટે ફુલ ચાર્જ મળતાંજ એ રંગ સ્લેટ જેવો અથવા કાળાશ પડતો દેખાશે. બેટરીમાંથી થોડીક વિજળી કાહડી લેતાંજ અથવા તેને થોડીક ડીસ્ચાર્જ કરતાં એ કાળો રંગ બદલાઇને પાછો ઘેરો રાતો કે ચૉકોલેટ થઇ જશે. જો ૧.૮ થી ઓછા વોલ્ટેજ સુધી બેટરી

ડીસ્ચાર્જ કરવામાં આવે તો તેની પૉઝીટીવ પ્લેટ ઉપર સફેદ ઢાંખાં પાછાં દેખાશે. ચાર્જ કરતી વખતે નેગેટીવ પ્લેટનો રંગ બદલાઇને ખુલ્લો સ્લેટનો રંગ પકડશે, તે ફુલ ચાર્જ આપ્યા પછી સહેજ ઘેરો થયેલો દેખાશે.

એકયુમ્યુલેટર ચાર્જ કરવાની બે રીતો છે. એક રીત એકસરખા કરન્ટ (એમ્પીઅર)થી, અને બીજી એકસરખા પ્રેસર (વોલ્ટેજ)થી. ચાર્જ કરતી વખતે એકસરખો વોલ્ટેજ રાખવાની રીત કેટલાકો પસંદ કરે છે, પણ તેમ કરવા જતાં જેમ જેમ ચારજીંગ થતું જાય છે તેમ તેમ કરન્ટ (એમ્પીઅર) ઘટતા જાય છે, જેથી બેટરી ચાર્જ કરવાનો વખત ઘણો લંબાવવો પડે છે, જેથી પ્લેટોને નુકશાન પોંહચે છે. કરન્ટ એક સરખો (constant) રાખવા માટે પહેલ્લાંથીજ વોલ્ટેજ ૧૦ થી ૧૫ ટકા વધુ રાખવામાં આવે છે, અને બેટરીમાં જેમ જેમ પ્રેસર ભરાતો જાય તેમ તેમ વોલ્ટેજ હજી પણ વધારીને ચાલુ વોલ્ટેજથી પણ ૩૦ થી ૪૦ ટકા વધુ વોલ્ટેજ રાખવામાં આવે છે. ચાર્જ કરી રહ્યા પછી બેટરીનું દરેક સૅલ (cell) છૂટું છૂટું એક નાના વોલ્ટમીટરથી તપાસી જોવામાં આવે છે.

એકયુમ્યુલેટરને ચાર્જ કરવાની રીત દરેક મેકર પોતાની જૂદી જૂદી આપે છે, માટે એક મેકરનાં એકયુમ્યુલેટરને ચાર્જ કરવાની રીત બીજા મેકરનાં એકયુમ્યુલેટરને લાગુ પડતી નથી. એમાં ખાસ વ્હેવારૂ અનુભવ અને જ્ઞાનની જરૂર પડે છે, અને મેકરના સુચીપત્રકનો અભિયાસ કરવો પડે છે.

કલોરાઇડ બેટરી (Chloride Battery) ની પૉઝીટીવ પ્લેટના દર સ્કવેર ફુટ સપાટી દીઠ સાધારણ (normal) ચાર્જ આપતી વખતે ૮ એમ્પીઅર અને વધુમાં વધુ ૧૫ એમ્પીઅર કરન્ટ આપવામાં આવે છે, અને તેને ધીમેથી કે ઝડપથી ડીસ્ચાર્જ કરતી વખતે તેની ગુંજાશ (capacity) કેટલી બધી વધતી ઓછી થાય છે તે નીચલા કોઠામાં આપ્યું છે:–

કોઠો—૧૦. કલોરાઇડ એકયુમ્યુલેટરની ડીસ્ચારજીંગ કેપેસીટી.

ડીસ્ચાર્જના વખત, કલાક ...	૧	૩	૬	૯
દર સ્કવેર ફુટ દીઠ ડીસ્ચાર્જ, એમ્પીઅર.	૩૦	૧૫	૯	૬¾
ડીસ્ચાર્જ કેપેસીટી, એમ્પીઅર-અવર ...	૩૦	૪૫	૫૪	૬૦
ડીસ્ચાર્જડ કીધા પછી વોલ્ટેજ ...	૧.૬૫	૧.૭૫	૧.૮	૧.૮૫

ચારજીંગ અને ડીસ્ચારજીંગ રેટ (Charging and Discharging Rate)—બૅટરીમાં વિજળી ભરવાનું યાને તેને ચાર્જ કરવા માટે જોઇતા કરન્ટનું પ્રમાણ તેમજ તેમાંથી વિજળી વાપરવાનું યાને તેને ડીસ્ચાર્જ કરવાના કરન્ટનું પ્રમાણ તેના એમ્પીઅર–અવરના ૮ થી ૧૦ મા ભાગ જેટલું હોય છે. એટલે કે ૧૩૦ એમ્પીઅર–અવરની બૅટરી હોય તો તેને ચાર્જ કરવા માટે આસરે ૧૩ થી ૧૬ એમ્પીઅર કરન્ટ વાપરવો, અને તેમાંથી વિજળી વાપરવી હોય તો તેમાંથી આસરે ૧૩ થી ૧૬ એમ્પીઅર કરન્ટ ચાલુ મળ્યા કરે એવાં પ્રમાણમાં વાપરવો. કોઇ વખતે જરૂર પડતાં ડીસ્ચારજીંગ રેટ બમણો પણ કરી શકાય છે, પણ ઝડપથી બૅટરી ડીસ્ચાર્જ કરતાં તેની પ્લેટો બિગડી જવાનો સંભવ વધારે રહે છે. જો ચાર્જ કરતી વખતે બૅટરી ઘણી ગરમ થતી માલમ પડે તો કરન્ટ ઓછો કરવો. બૅટરીમાંથી વિજળી ખેંચતી વખતે પહેલાં તેનો વોલ્ટેજ ૨.૫ ઉપરથી ઝડપથી ઓછો થઇ આસરે ૨ વોલ્ટ રહે છે, અને પછી ધીમે ધીમે ઓછો થઇને ૧.૯ વોલ્ટ થાય છે, જેનાથી ઓછા વોલ્ટેજે બૅટરી વાપરવામાં આવતી નથી. ૧.૯ વોલ્ટ થતાંજ બૅટરીમાંથી વિજળીનો લગભગ ૩/૪ ભાગ ડીસ્ચાર્ડ થઇ ગયો એમ માનવામાં આવે છે, અને દર અઠવાડિએ દરેક સેલનો વોલ્ટેજ વોલ્ટ મીટરથી તપાસી જોવામાં આવે છે. બૅટરી તદન ડીસ્ચાર્જ થવા પહેલ્લાં તેના વોલ્ટેજ લગભગ ૧.૬૫ થઇ જાય છે, જેવી હાલતમાં બૅટરીને વધુ વખત રાખતાં તે તદન ખરાબ થઇ જાય છે.

નાની મોટરકારની બૅટરીઓનો ચારજીંગ અને ડીસ્ચારજીંગ રેટ તેના એમ્પીઅર–અવરના ૧/૧૦ મા ભાગ જેટલા એમ્પીઅરનો હોય છે. જો ૧૦૦ એમ્પીઅર–અવરની બૅટરી હોય તો ૧૦ એમ્પીઅર કરન્ટ વડે તેને ચાર્જ કરવી. ૧૧૦ અથવા ૨૨૦ વોલ્ટના સરકીટમાંથી એવી બૅટરી ચાર્જ કરવા માટે તેના સરકીટમાં એક એક એમ્પીઅર ખાય તેવા ૧૦ લૅમ્પ પેરેલલમાં જોડવા અથવા ૧૦ એમ્પીઅર ખાય તેવો કોઇ રીઝીસ્ટન્સ સરકીટમાં જોડવો.

બૅટરીની સંભાળ (Care of the Battery)—એક્યુમ્યુલેટર અથવા બૅટરી ગુપચુપ કાંઇબી યાંત્રિક ઘોંઘાટ વિના પોતાનું કામ કરતી જાય છે તેથી તે તરફ઼ ઘણી બેદરકારી રાખવામાં આવે

છે, જેનું પરિણામ થોડોજ વખતમાં બેટરી ખરાબ થઇ જવામાં આવે છે. બેટરી સંભાળથી જો વાપરી હોય તો તે ૧૦ થી ૧૨ વર્ષ સુધી ચાલે છે, પણ ઘણે ઠેકાણે ચાર પાંચ વર્ષમાં ખરાબ થઇ જાય છે. બેટરી ચાર્જ કરતી વખતે તે ઉપર ઘણી સંભાળ લેવાની જરૂર પડે છે, અને ચાર્જીંગની આખેરીએ બધાં સૅલમાંથી એકજ સરખી ગૅસ નિકળે છે કે નહી તે તપાસવામાં આવે છે. જો કોઇ સૅલમાંથી ગૅસ નિકળતી નહી દેખાય અને બીજાં સૅલોમાંથી ગૅસીંગ બરાબર થતું હોય તો તે સૅલમાં કાંઇબી બિગાડ થયલો માનવામાં આવે છે, અને તુરતજ તે સૅલ સરકીટમાંથી છોડી નાખી તેની પ્લેટોની તપાસ કરવામાં આવે છે. નહી તો દિવસે દિવસ તે વધારે અને વધારે બિગડતું જાય છે. બેટરી માહેલી પૉઝીટીવ અને નેગેટીવ પ્લેટોને એક બીજીથી દૂર રાખવા માટે ઘણાક મેકરો હવે લાકડાંનાં બનાવેલાં સેપરેટરો (separators) મોકલે છે, જે જ્યારે ખવાઇ જાય છે ત્યારે પ્લેટો વચ્ચે શાર્ટ સરકીટ થવાથી સૅલ કામ કરતું બંધ પડે છે.

હાઇડ્રોમીટરથી એસીડનાં પાણીની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ તપાસવામાં આવે છે. કાચનાં વાસણનાં બનાવેલાં સૅલમાં તો એક એક હાઇડ્રોમીટર હમેશનું તરતું મુકેલુંજ હોય છે, કે જેથી ઇલેકટ્રીશીઅન દૂરથી પણ જાણી શકે કે અમૂક સૅલની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ કેટલી છે. જો કોઇ સૅલમાં કાંઇ ખામી હશે તો તેની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ બીજાં સૅલો કરતાં ઘણી ઓછી થયલી તુરત પકડાઇ આવશે. પણ એવી વખતે તે સૅલમાં સ્ટ્રૉંગ એસીડ નામીને તેની ગ્રૅવિટિ વધારવી નહી; પણ સૅલમાં ઉત્પન્ન થયલી ખામી પકડીને તે દૂર કરતાંજ પોતાની મેળે તેની ગ્રૅવિટિ વધશે.

એક્યુમ્યુલેટરમાંથી વિજળી કોઇબી કારણસર બિલકુલ કાહડી નાખી બેટરી વિજળી વગરની ખાલી કરવી નહી, પણ તેમાં ⅓ ભાગ જેટલી વિજળી હમેશાંજ રહેવા દેવી, અને જ્યારે તેના દર સૅલ દીઠ ૧.૭ થી ૧.૮ વોલ્ટ દેખાડે ત્યારે તેમાં પાછી વિજળી ભરી લેવી. જો કોઇ કારણસર વિજળી બિલકુલ નિકળી જઇ તે બેટરી ડીસ્ચાર્જ થઇ ગઇ હોય તો તેમાં વિજળી ચાર્જ કરતી વખતે શુરૂઆતમાં ૩૦ ટકા જેટલો ઓછો કરન્ટ રાખી ધીમે ધીમે ચાર્જ કરવું.

એકયુમ્યુલેટરમાં વિજળી ભરવાનું એક વખત શુરૂ કીધા પછી તેમાં ઓછામાં ઓછા ૧૦ થી ૧૨ કલાક સુધી ચાલુ ભર્યાંજ કરવું. કોઇબી કારણસર બનતાં સુધી એટલા અરસામાં ડાઇનેમો બંધ કરવો નહી. જ્યારે બેટરી માહેલો એસીડ દુધના રંગની (milky) થઇ જાય ત્યારે જાણવું કે તેમાં વિજળી પુરી ભરાઇ રહી, કે જેમ થતાં લગભગ ૩૦ કલાક થશે. ડાઇનેમો ફુલ સ્પીડમાં આવ્યા પછી તેનું એકયુમ્યુલેટર સાથે કનેકશન કરવું, અને વિજળી ભરાઇ રહ્યા પછી ડાઇનેમો બંધ કીધા અગાઉ તેનું કનેકશન છોડી નાખવું. જેમ જેમ વિજળી ભરાતી જશે તેમ તેમ એસીડની સ્પેસિફીક ગ્રેવીટી વધીને લગભગ ૧.૨૧૦ થી ૧.૨૨૦ થશે. નવા એકયુમ્યુલેટરમાં વિજળી ભરતાં ૩૬ થી ૪૦ કલાક થશે. ચાર્જ કરતી વખતે દર સૅલ દીઠ ૨.૨ વોલ્ટ રાખી ધીમે ધીમે ૨.૫ વોલ્ટ સુધી લઇ જવા.

એકયુમ્યુલેટર માહેલી એસીડનું પાણી જ્યારે સુકાઇને કમી થાય ત્યારે તેમાં ડીસ્ટીલ્ડ વૉટર (distilled water) નહી તો વર્ષાદનું ઝીલી રાખેલું સાફ પાણી નાખવું. સ્પેસિફીક ગ્રેવીટી તપાસ્યા વગર કદીબી એસીડ અથવા એસીડવાળું પાણી નાખવું નહી. સૅલમાં લોહડાં અથવા ત્રાંબાંનો ટુકડો પડે નહી તેની ઘણી સંભાળ રાખવી.

એકયુમ્યુલેટરમાં સલ્ફેટ ખાર થવાના કારણો—(Causes of Sulphating)—જ્યારે બેટરીમાં ઘણું સ્ટ્રોંગ એસીડનું પાણી નાખ્યું હોય, અથવા જ્યારે તેને વિજળી વગર ડીસ્ચાર્જ હાલતમાં લાંબો વખત રાખી મેલવામાં આવી હોય, અથવા ઘણી ધીમે ધીમે અને લાંબો વખત સુધી તેમાંથી વિજળી કાહડી લેવામાં આવી હોય ત્યારે તેમાં આવો ખાર બાઝી જાય છે. એનો સર્વેથી સારો ઉપાય એ છે કે એમાં ઘણીજ થોડી થોડી પણ લાંબો વખત સુધી વિજળી ચાર્જ કર્યા કરવી. બીજો ઉપાય ઉપર આપ્યો છે.

એકયુમ્યુલેટરમાં સલ્ફેટ ખાર જમી જતો અટકાવવા માટે વૉશીંગ સોડા (washing soda) ને એક બાટલી પાણીમાં જેટલો પિગળે તેટલો પિગળાવીને તેનું ઘણું સ્ટ્રોંગ શોલ્યુશન બનાવવું અને તેમાં હલાવી હલાવીને ૧૨ આંઉસ સખ્ત સલફ્યુરીક એસીડ નાખવી. એકયુમ્યુલેટરમાં નાખવા માટેનું જે સલફ્યુરીક એસીડનું

પાણી બનાવ્યું હોય તેના દર ૨૪ ભાગ દીઠ એક ભાગ એ સોડાનું સોલ્યુશન તેમાં ભેળવું.

પ્લેટ વાંકી થઇ જવાના કારણોમાં મૂખ્ય કારણ બેટરીને જોઇએ તે કરતાં વધારે ચાર્જ આપવાનું અથવા ડીસ્ચાર્જ કરવાનું હોય છે. ઘણો સલફેટ થવાથી પણ પ્લેટો વાંકી થઇ જાય છે, અને પૉઝીટીવ પ્લેટો વધારે ખવાઇ જાય છે. કેટલાકો બેટરીના ઇલેકટ્રોલાઇટમાં થોડુક તેલ નાખી તેની સપાટી ઉપર તેલનું પડ રાખે છે, જેથી પ્લેટોને નુકસાન થતું અટકે છે.

એડીસન સ્ટોરેજ બેટરી (Edison Storage Battery)—સાધારણ સ્ટોરેજ બેટરીમાં સીસું અને એસીડ હોય છે, અને એસીડ લાકડાંને તેમજ લોહડાંને ખાઇ જાય છે, માટે સાધારણ બેટરી જ્યાં મૂકી હોય ત્યાં લોહડાં કે લાકડાંનો સામાન રાખવામાં આવતો નથી, કારણ કે બેટરીમાંથી એસીડની ગૅસ (fumes) નિકળે છે. વળી સીસાની પ્લેટોને લીધે સાધારણ સ્ટોરેજ બેટરીનું વજન પણ ઘણું થઇ જાય છે. આ ઉપરથી અમેરીકાના જાણીતા શોધક થોમસ એડીસને (Thomas Edison) થોડાંક વર્ષ ઉપર નીકલ–આયર્ન–આલકેલાઇન (nickel–iron–alkaline) બેટરી શોધી કાહડી, જે હાલમાં ઘણે ઠેકાણે–ખાસ કરીને રેલ્વે ત્રેનોમાં બત્તી કરવા માટે–વપરાવા લાગી છે, એમાં સીસાંની પ્લેટોને બદલે નીકલ અને લોહડાંની પ્લેટો વપરાય છે, અને એસીડનાં પાણીને બદલે ખાર (alkali) નું પાણી વપરાય છે. આથી બેટરી ઘણી મજબુત બને છે, અને તેની જીંદગી પણ ઘણી લંબાય છે. એમાં એસીડને બદલે આલકેલી (ખાર) હોવાથી એને આલકેલાઇન બેટરી પણ કહે છે. એ બેટરી ગમે તેટલો લાંબો વખત સુધી ચાર્જ્ડ અથવા ડીસ્ચાર્જ્ડ હાલતમાં રાખી શકાય છે. સાધારણ સીસાં–એસીડની બેટરી કરતાં એડીસન બેટરીનું વજન લગભગ ૩ ગણું ઓછું હોય છે. ૩૦૦ એમ્પીઅર–અવરની એક સાધારણ સીસાં–એસીડ બેટરીનું વજન ૨૮૮૦ પાઉન્ડ થાય ત્યારે એડીસન આલકેલાઇન બેટરીનું વજન માત્ર ૮૮૦ પાઉન્ડ થાય છે.

એડીસન બેટરીની પ્લેટ સ્ટીલની બનાવવામાં આવે છે જેની જાડાઇ ઘણીજ પાતળી લગભગ $\frac{1}{40}$ ઇંચની હોય છે, અને

તેમાં ચોરસ છિદ્રો રાખીને જાળી બનાવવામાં આવે છે. એ ચોરસ છિદ્રોમાં એક એક નાનો બૉક્ષ તેમાં એક જાતનો રસાયની પદાર્થ ભરી જડવામાં આવે છે અને તે બૉક્ષમાં ઝીણા છિદ્રો પાડવામાં આવેલા હોય છે. આ બધું પછી મોટા પ્રેસરથી દબાવીને ફ્લૅટ પ્લેટ બનાવામાં આવે છે. એમાં પોઝીટીવ અને નેગેટીવ બન્ને પ્લેટો દેખાવમાં સરખા હોય છે, પણ બન્નેના બૉક્ષમાં જૂદી જૂદી રસાયની મેળવણી ભરેલી હોય છે પોઝીટીવ પ્લેટનાં ચોરસ છિદ્રોમાં બેસાડેલા નાના બૉક્ષોમાં લોહડાંનો ખાર (iron oxide) ભરેલો હોય છે અને નેગેટીવના બૉક્ષોમાં નીકલની ધાતુનો ખાર (nickel superoxide) ભરેલો હોય છે. એ બેટરીના વોલ્ટેજ સેલ દીઠ આસરે ૧.૨૫ હોય છે. એની એમ્પીઅર–અવર ઇફીસીઅન્સી આસરે ૮૨ ટકા અને વૉટ–અવર ઇફીસીઅન્સી આસરે ૫૯ ટકા હોય છે.

એડીસન બેટેરીનો દાબડો (Container) સ્ટીલનો બનાવવામાં આવે છે, અને તેને અંદર તેમજ બાહેરથી નિકલ પ્લેટ કીધેલો હોય છે. એ દાબડાને મથાળેથી પણ સ્ટીલનું પત્રું વિજળીથી સાંધો મારી વેલ્ડ (weld) કરી લીધેલું હોય છે, અને મથાળે માત્ર બે કનેકશનો કરવાના સ્ટડો અને અંદર રસાયની પાણી નામવા માટેનું એક ઢાંકણવાળું કપ રાખેલું હોય છે. આથી કરીને આ બેટરી તદન મજબૂત, કદીબી ગળે નહી તેવી અને કદીબી ખવાઇ નહી જાય તેવી બનાવેલી હોય છે.

એડીસન બેટરીનું ઇલેક્ટ્રોલાઇટ (Electrolyte for Edison Battery) અથવા રસાયની પાણી પોટેસીઅમ હાઇડ્રેટ (potassium hydrate) અથવા કૉસ્ટીક પોટાશ (caustic potash)નું બનાવવામાં આવે છે. સીસાં–એસીડની બેટરીનાં ઇલેક્ટ્રોલાઇટમાં બને છે તેમ એડીસન બેટરીનાં ઇલેક્ટ્રોલાઇટમા તેની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ બદલાયા કરતી નથી, પણ બેટરી ચાર્જ થતી વખતે કે ડીસ્ચાર્જ થતી વખતે એની સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ લગભગ એકસરખી રહે છે, તેથી ઘડી ઘડી હાઇડ્રોમીટરથી તપાસ કરવી પડતી નથી. વળી એ ઇલેક્ટ્રોલાઇટ સ્ટીલ અને નીકલની ધાતુઓને ખાઇ જતું નથી, પણ સામું બચાવી રાખે છે અને તેઓને ખાઇ જતું અટકાવે છે,

જે એક મોટો ફાયદો છે. ૨૦ પાઉન્ડ પાણીમાં ૪ પાઉન્ડ પોતાશ પિગળાવીને ઇલેકટ્રોલાઇટ બનાવવામાં આવે છે.

એડીસન બેટરીના ફાયદા (Advantages of Edison Battery) નીચે પ્રમાણે છે:-

વજનમાં હલકી છે.

બેટરીનો બાહેરનો દાબડો (cell) કોડી, કાચ કે રબરનો નહી પણ સ્ટીલનો હોવાથી તે ભાંગતો નથી.

કામ વગર બેટરી પડી રહેવાથી તેમાંથી વિજળીની ગળતર ઘણીજ થોડી થાય છે.

ઘડી ઘડી હાઇડ્રોમીટરથી એનું રસાયની પાણી તપાસવું પડતું નથી.

સખ્ત આંચકા હડસેલાથી બેટરી ખરાબ થતી નથી.

શુરૂઆતના આઠથી બાર મહીનામાં બેટરીની શક્તિ (capacity) વધતી જાય છે.

ઇલેકટ્રોલાઇટ (રસાયની પાણી) ની ટેમ્પરેચર ૧૧૫ થવા છતાં બેટરી બિગડતી નથી.

એમાં સલફેટના ખાર થતા નથી કે પ્લેટ ફુગાઇ (buckling) જઇ ને મરડાઇ જતી નથી.

એને ગમે તેટલો ઓવરચાર્જ આપી શકાય છે.

બેટરીનો દાબડો બધી બાજુએ જાથુકનો સાંધો મારી બંધ કીધેલો હોય છે, તેથી એની પ્લેટ બદલવી પડતી નથી, યા પ્લેટો વચ્ચેનું ઇન્સ્યુલેશન બદલવું પડતું નથી.

મહીનાઓ સુધી એ બેટરી ચાર્જ કે ડીસ્ચાર્જ હાલતમાં કાંઇબી નુકસાન થવા વગર રાખી શકાય છે.

એ બેટરીમાંથી એવી કશાબી ઝેરી ગૅસ નિકળતી નથી, જે માણસોને કે આજુબાજુની બીજી ચીજોને નુકસાન કરી શકે.

એ બેટરીમાં ગમે તેટલો ઓછો કે વધતો ચાર્જ ભરેલો હોય તે છતાં એને ગમે તે વખતે ગમે તેટલી ચાર્જ કે ડીસ્ચાર્જ કરી શકાય છે.

એની સંભાળ માટે વિજળીની બેટરીના અનુભવીની ખાસ જરૂર પડતી નથી.

એ બેટરીનાં જુદાં જુદાં સૅલ ત્રાંબાંથી જોડેલાં હોય છે, અને સીસાં-એસીડની બેટરી માફક એનાં કનેક્શનો સીસાંને તાવીને કરવાં પડતાં નથી.

શૉર્ટ સરકીટ, લાંબો વખત સુધી આપેલો ઓવરચાર્જ, ઉલટી દિશામાં આપેલો ચાર્જ, ઘણા ઓછાં કરન્ટે આપેલો ચાર્જ, અથવા બુસ્ટરમાંથી હદ ઉપરાંત આપેલા ચાર્જથી એ બેટરી ઉપર જાથુકની ખરાબ અસર થતી નથી.

એ બેટરી લગભગ ૧૦ વર્ષો સુધી સારૂં કામ આપતી જણાવવામાં આવે છે.

પ્રકરણ—૨૯

સ્વીચ બોર્ડ.

SWITCH BOARD.

સ્વીચ બોર્ડ—ડાઇનેમોમાંથી તારો એક સ્વીચ બોર્ડ ઉપર લાવીને જોડવામાં આવે છે. એ બોર્ડ સ્લેટ, મારબલના પથ્થર અથવા એવીજ સળગી નહી ઉઠે અને પોતામાંથી વિજળીને પસાર થવા નહી દીયે એવી ચીજનું બનાવેલું હોય છે, જે ઉપર ડાઇનેમોના તારો જોડીને તેઓમાંથી જુદાં જુદાં ખાતાંની જુદી જુદી શાખાઓના કનેક્શન કીધેલાં હોય છે. એ દરેક શાખા માટે એક એક ચાવી યાને સ્વીચ તથા જુદા ફ્યુઝ વાયર હોય છે. વળી એ બોર્ડ ઉપર એમપીઅર મીટર તથા વોલ્ટ મીટર પણ મુકેલા હોય છે, અને અકસ્માત વખતે બધી બત્તીઓ બુઝાવી નાખવા માટે એક મેન સ્વીચ (main switch) અને એક મેન ફ્યુઝ પણ હોય છે. એક નાની ફેક્ટરીમાં સ્વીચ બોર્ડ કેવી રીતે ગોઠવેલું હોય છે તે ચિત્ર નાં૦ ૧૨૦ માં જોવાથી સહેલાઇથી સમજ પડી જશે. એની સમજ નીચે મુજબ છે.

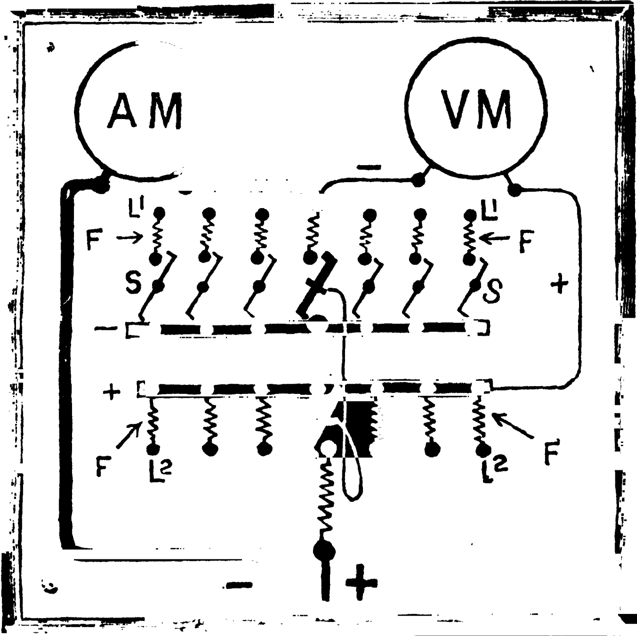
AM=એમપીઅર મીટર.

VM=વોલ્ટ મીટર.

L^1 L^2=બત્તી માટે જતા તાર.

S=જુદી જુદી શાખાઓની સ્વીચ.
F=જુદી જુદી શાખાઓની ફયુઝ.

એ બોર્ડમાં ત્રાંબાની પટીઓના કનડકટર બનાવી તેઓને બોર્ડની વચ્ચે આડા જડી લીધેલા છે જેઓને બસ બાર (buss bar) કહે છે. ડાઇનેમોનો — નેગેટીવ તાર પાધરો લઇ જઇ એમપીઅર મીટર સાથે સીરીઝ સરકીટમાં જોડેલો છે, અને એમપીઅર મીટરના બીજા છેડાનો તાર મેન સ્વીચની મારફતે બોર્ડના — નેગેટીવ કનડકટર સાથે જોડયો છે. ડાઇનેમોનો + પૉઝીટીવ તાર મેન સ્વીચ અને ફયુઝ મારફતે બોર્ડના નીચલા + પૉઝીટીવ કનડકટર સાથે જોડયો છે. વોલ્ટ મીટરનું કનેકશન પૅરેલલ સરકીટમાં કેવી રીતે કીધું છે તે ખુલ્લું બતાવ્યું છે. નેગેટીવ અને પૉઝીટીવ મેન સ્વીચો વચમાં એકજ હેન્ડલ સાથે જોડેલી હોય છે, જેથી તેઓ બન્ને એકકી વખતે ઉઘાડ બંધ થઇ શકે છે. જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓની જૂદી જૂદી નાની સ્વીચો



ચિત્ર નાં૦ ૧૨૦.
સ્વીચ બોર્ડ.

ઉપલા નેગેટીવ કનડકટર સાથે જોડી તે દરેકમાંથી વળી એક એક ફ્યુઝ વાયર જોઠી તે તાર L^1 મીલમાં લઇ જવામાં આવ્યો છે, અને તેની સામેનાજ પૉઝીટીવ કનડકટરમાંથી ફ્યુઝ વાયર જોડીને તે L^2 તાર ઉપલા નેગેટીવ તારની જોડમાં તેજ ખાતામાં લઇ જવામાં આવે છે. એવી રીતે દરેક ખાતાં માટે એક ઉપલા કનડકટરમાંથી અને એક નીચલા કનડકટરમાંથી તારો કહાડી લઇ જવામાં આવે છે.

ચિત્ર નાં૦ ૧૨૦ માં બતાવેલું સ્વીચ બોર્ડ જુની ફાસીન છે, કારણ કે એમાં વચ્ચેની મેન સ્વીચજ માત્ર ડબલ પોલની છે અને બીજી શાખા સ્વીચો સીંગલ પોલની છે, જે પસંદ કરવા જોગ નથી. મોટાં ખાતાંઓમાં બધી સ્વીચો આજ કાલ ડબલ પોલની વાપરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. જ્યાં અનાડી માણસોના હાથમાં સ્વીચો ચાલુ બંધ કરવાનું કામ સોંપવાનું હોય ત્યાં તો સારી જાતની બંધિઆર (enclosed) સ્વીચો વાપરવી જોઇએ. તેમજ ફ્યુઝો પણ બંધિઆર જાતની અથવા કારત્રીજ (cartridge) જાતની વાપરવી. સ્વીચ બોર્ડમાં પાડેલાં જે છેદોમાંથી કેબલના છેડા બોર્ડના પાછલા ભાગ ઉપરથી આગલા ભાગ ઉપર લેવામાં આવે છે, તે છેદોમાં કેબલ તાઇટ બેસાડવા, અને છેદ મોટાં હોય તો તેમાં ખાસ બનાવેલા સખ્ત રબરના બુશ (bush) અથવા એસબેસતોસ (asbestos) ની દોરીને કોઇ જાતના ઇન્સ્યુલેટીંગ રંગમાં ડુબાડીને તેનું પેકીંગ ભરવું. જો ફ્યુઝ વાયર ખુલ્લા હોય તો તે બળી જતી વખતે આજુબાજુના કોઇ કેબલનું ઇન્સ્યુલેશન બળી નહી જાય તેની સંભાળ માટે વચ્ચે એસબેસતોસ સ્લેટનો પડદો કરવો. વળી એવું બૉર્ડ દિવાળથી થોડાક ઇંચ દૂર રાખવાથી તેની પાછળ ધૂળ, જાળાં વગેરે કચરો ભરાઇને કનેકશનો ખરાબ થઇ જઇ વખત જતાં સળગી ઉઠીને બળી જવાનો સંભવ રહે છે. ચિત્ર નાં૦ ૧૨૦ માં બતાવેલાં બૉર્ડનાં બધાં કનેકશનો બૉર્ડની પાછળ નહી પણ બાહેર કરેલાં છે, જેથી કોઇ જગ્યાએ હાથ લાગવાથી વિજળીનો ઝટકો લાગવાનો સંભવ રહે છે, માટે એવાં બૉર્ડ હવે ઝાઝાં વપરાતાં નથી.

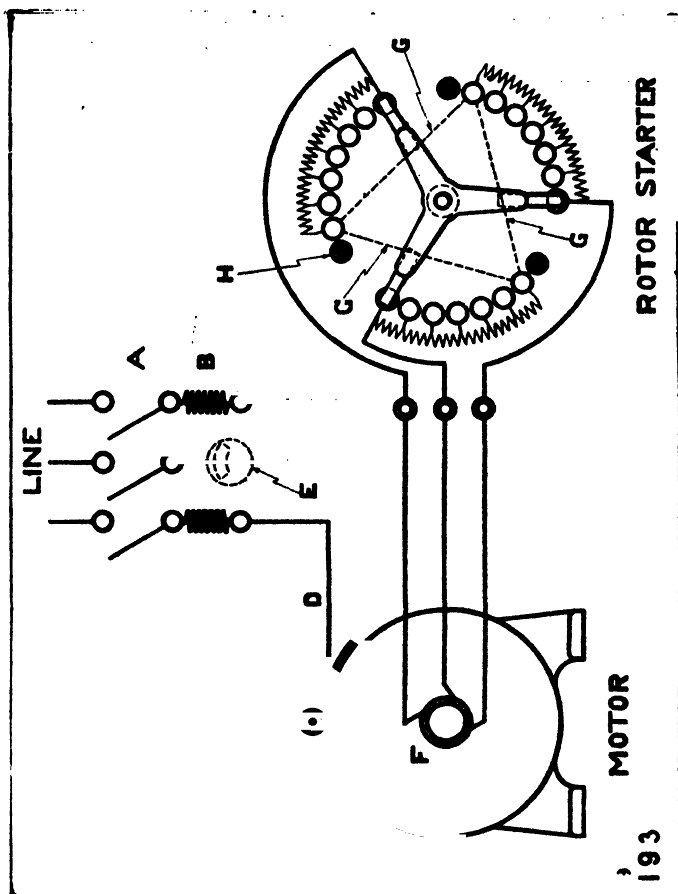
ડાયરેકટ કરન્ટ મોટરના ફીલ્ડનો કરન્ટ થોડો હોવાથી ફીલ્ડ વાયરનું કનેકશન મોટર સ્ટારટર સાથ કરવા માટે ઇન્સ્યુલેટેડ

વાયરને બદલે સારી જાતનો ફ્લેક્ષીબલ જોડવો સારો છે, કારણ કે સીંગલ વાયર કોઇવાર ભાંગી જાય છે. જો એ તાર ભાંગી જાય અને મોટર ચાલતો હોય તો સ્પીડ એકદમ વધી જઇ ફ્યુઝ ઉડારી નાખે અથવા તો મોટર સ્ટારટર બંધ થઇ જાય.

મોટા સ્વીચ બોર્ડો (Large Switch Boards)—મારબલના પથ્થરના અનેક ટુકડાઓ (panels) ને સાથે જોડીને બનાવેલા હોય છે, અને દિવાલથી તેને આસરે ચાર પાંચ ફીટ દૂર રાખી બોર્ડની પાછળ જાળીનાં બારણાઓનો એક અલાહેદો ઓરડો કનેકશનો માટે બનાવેલો હોય છે. બોર્ડના આગલા ભાગમાં મથાળે વોલ્ટ તથા એમ્પીઅર મીટરો અને બીજા મીટરો રાખેલા હોય છે. વચ્ચે સ્વીચો, સ્પીડ રેગ્યુલેટરો અને સ્ટારટરો રાખેલા હોય છે. અને નીચે વૉટ મીટરો વગેરે હોય છે. દરેક સ્વીચની નીચે તે સ્વીચ કયાં ખાતાની છે તે દેખાડનારી એક પીત્તળ કે ત્રાંબાની લેબલ લગાડેલી હોય છે, અને બોર્ડને મથાળે બોર્ડ ઉપર અજવાળું નાખવા માટેના લેમ્પો એવી રીતે ગોઠવેલા હોય છ કે તે લેમ્પોની રોશની જોનારની આંખ ઉપર નહી પડે. સંભાળ ભરેલા ડીઝાઇનથી બોર્ડની ગોઠવણ ઘણી દેખાવળી અને ખેંચાણકારક કરી શકાય છે.

રોટર સ્ટારટરનાં કનેકશનો ચિત્ર ના૦ ૧૨૧ માં બતાવ્યાં છે, જે સ્લીપ રીંગ ઇન્ડકશન મોટર માટેનાં છે. એની ડાબી બાજુએ F મોટર છે, અને તેની ત્રણ સ્લીપ રીંગોમાંથી લીધેલા ત્રણ તાર જમણી બાજુએ બતાવેલા રોટર સ્ટારટર સાથે જોડેલા છે. આ સ્ટારટરમાં બંધ અથવા ઑફ (off) પોઝીશન નથી રાખ્યું તેથી સરકીટ બ્રેકર A બંધ કરતાંજ મોટર ચાલુ થાય છે. જો વોલ્ટેજ ૪૪૦ થી વધુ નહી હોય અને ઑફ પોઝીશન રાખવું હોય તો ચિત્રમાં બતાવેલાં G કનેકશનો કાહડી નાખવાથી તેમ બની શકે છે. એવી વખતે મોટર બંધ કરવા માટે બ્રેકર ઉઘાડી નાખવાની ગોઠવણ કરવી જોઇએ, અને સ્ટારટરને ઑફ પોઝીશન ઉપર ફેરવીને મોટર બંધ નહી કરવો જોઇએ. જો મોટરને એકાદ બે ઇંચ ફેરવવાની જરૂર પડે તો તે સરકીટ બ્રેકર ઉઘાડ બંધ કરીને કરવામાં આવે છે. પણ સ્ટારટર આગળ પાછળ ફેરવીને કરતાં સ્ટારટરનાં કૉન્ટેકટ તીપ (tips) બળી જાય છે. સ્ટારટરનાં તીપ કરતાં બ્રેકરનાંજ કૉન્ટેકટ તીપ વધારે સેહલાઇથી

બદલી શકાય છે. ૪૪૦ થી વધુ વોલ્ટેજવાળા મોટરો બ્રેકરો માર-ફતેજ ચાલુ બંધ કરવામાં આવે છે.

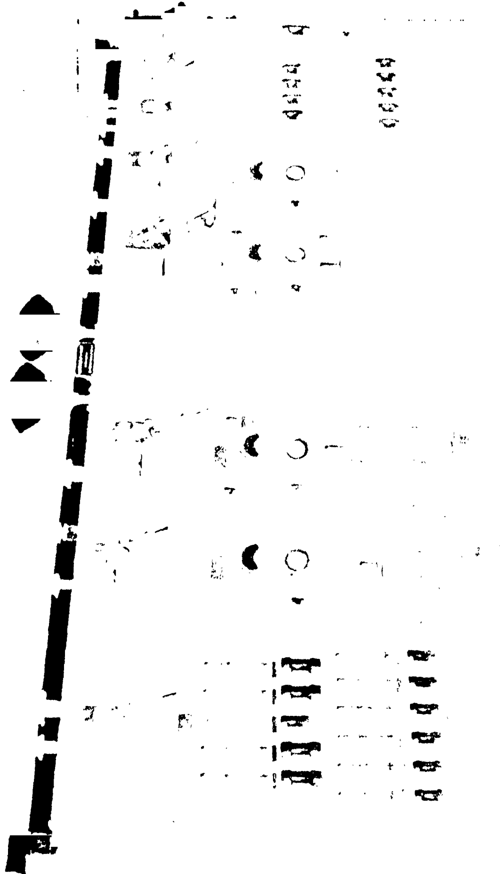


ચિત્ર નાo ૧૨૧. જ્યૉર્જ એલીસનના રોટર સ્ટાર્ટર અને મોટરનાં કનેકશનો.

A—ત્રણ પોલનો સરકીટ બ્રેકર. B—ઓવરલોડ ટ્રીપ.
D—સ્ટેટરના લીડ (તાર.) E—એમમીટર.
F—સ્લીપરીંગો. G—ફેઝ કનેકશનો. H-ઑફ (બંધ) કૉન્ટૅકટ.

સ્લેટ પેનલ સ્વીચ બાર્ડ (Slate Panel Switch Board)—ચિત્ર નાo ૧૨૨ માં મેસર્સ જ્યૉર્જ એલીસન કંપનીનું મોટું ડી. સી. જેનરેટીંગ પેનલ સ્વીચ બોર્ડ બતાવ્યું છે, જે સ્લેટના પથ્થરનું બનાવેલું છે. એ સ્વીચ બૉર્ડ દિવાળથી ૫–૭ ફીટ દૂર

બેસાડીને બન્ને છેડે જાળીના દરવાજા રાખવામાં આવે છે, અને બધાં કનેકશનો સ્વીચ બૉર્ડની પાછળ રાખવામાં આવે છે. કારખાનાનાં જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓ માટે જૂદાં જૂદાં પેનલો રાખવામાં આવે છે, અને ઉપર દરેક ખાતાંના નામની તખ્તી મારવામાં આવે છે, કે જેથી કાંઇ ગુચવાડો થવા પામે નહીં.



832

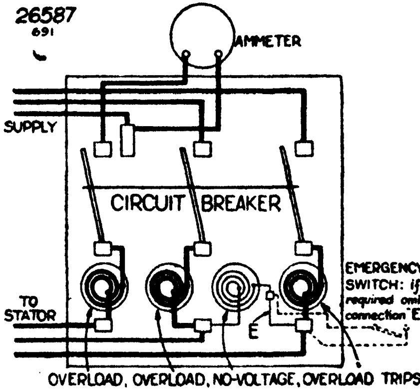
ચિત્ર નં. ૧૨૯. સ્ટેટ પેનલ સ્વીચ બૉર્ડ.

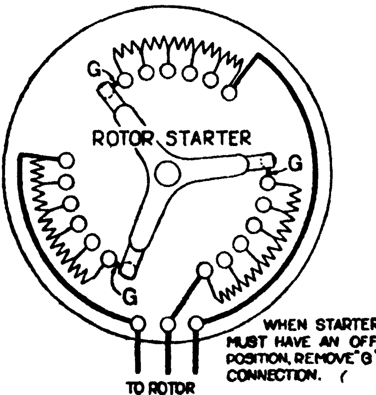
રીમોટ કન્ટ્રોલ કી બૉર્ડ (Remote Control Key Board)–ઘણા હાઇ ટેન્શન અથવા હાઇ વોલ્ટેજના સ્વીચ બૉર્ડ ઉપર કાબુ રાખવા માટે તે સ્વીચ બૉર્ડથી ઘણે દૂર એક જૂદો કી બૉર્ડ મૂકવામાં આવે છે, જે ઉપર રાખેલી નાની નાની ચાવીઓ

ઉઘાડ બંધ કરવાથી મેન બૉર્ડની મોટી સ્વીચો ઇલેકટ્રીક કનેકશનોથી ઉઘાડ બંધ કરવામાં આવે છે, આથી ફ્રી બૉર્ડ ઉપર કામ કરનારા ઑપરેટર (operator) ને અકસ્માત થવાનો કશો સંભવ રહેતો નથી. ફ્રી બૉર્ડ ઉપરનાં કનેકશનોમાં હાઇ વોલ્ટેજનો કરન્ટ રહેતો નથી. એવા ફ્રી બૉર્ડ ઉપર બધી લાઇનો ખુલ્લી બતાવેલી હોય છે, અને કઇ ચાલુ છે અને કંઇ બંધ છે તે બતાવવા માટે ઘણે ઠેકાણે ઝીણા રાતી અને લીલી રોશની આપનારા લૅમ્પો પણ એવી લાઇનો સાથે જોડેલા હોય છે.

સ્લીપરીંગ ઇન્ડકશન મોટર માટેનું સ્વીચબોર્ડ

પેનલ ચિત્ર ના૦ ૧૨૩ માં બતાવ્યું છે, જેમાં મોટરના સ્ટેટર અને રોટરનાં કનેકશનો બસબાર સાથે કેવી રીતે કરવામાં આવે છે તે સ્પષ્ટ દેખાડયું છે. આ પેનલ મીલોમાં મૂકવા લાયકનું ધુળ નહી જાય તેવું બંધ હોય છે. એમાં મથાળે એમમીટર તેના કનેકશનો સાથે દેખાડયો છે અને તેની નીચે ત્રણ સરકીટ બ્રેકરો છે, જે મોટરના ત્રણ બસ બાર સાથે સંબંધ ધરાવે છે. એ બ્રેકરો ઓવરલોડ માટે રાખેલા છે, જેમાંના દાબી બાજુનો સ્ટેટર સાથે સંબંધ રાખે છે. ત્રણે બ્રેકરો ઓવરલોડ માટે રાખેલા હોવા ઉપરાંત E આગળ એક નો-વોલ્ટેજ ત્રીપ છે જેની સાથે અકસ્માત વખતે બંધ કરવાની એક ઇમરજન્સી સ્વીચ રાખેલી છે. બ્રેકરના પેનલની નીચે રોટર સ્ટારટરનું પેનલ છે. જ્યારે રોટર સ્ટારટરમાં એક બંધ અથવા ઑફ (off) કનેકશન રાખવું હોય ત્યારે G કનેકશનો કાઢી નાખવામાં આવે છે.





ચિત્ર ના૦ ૧૨૩.
સ્લીપરીંગ ઇન્ડકશન મોટરનું પેનલ (જ્યોર્જ એલીસન).

સ્ટીલ કયુબીકલ (Steel Cubicle)—આ પુસ્તકને પાને-૧૨૩ માં બતાવેલી સ્ટીલની કબાટ અથવા કયુબીકલ હવે ઘણા કારખાનાઓમાં મોટરોની નજદીક રાખવામાં આવે છે, જેમાં મોટરના સરકીટ બ્રેકર, ફયુઝ, સ્ટારટર વગેરે રાખવામાં આવે છે. આ કયુબીકલ બંધિઆર રહે છે જેથી કોઇ અનાડી માણુસના સંબંધમાં તેના જોખમ ભરેલા ભાગો આવવાનો સંભવ રેહતો નથી.

ડીસ્ટ્રીબ્યુશન સ્વીચ બોર્ડ (Distribution Switch-Board) પાવર હાઉસનાં મોટાં સ્વીચ બોર્ડ ઉપરથી કેબલ લઇ જઇને કારખાનાનાં જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓમાં મૂકેલાં ડીસ્ટ્રીબ્યુશન સ્વીચ બોર્ડ સાથે જોડવામાં આવે છે, જે માહેલો એક જોર્જ એલીસન કુ૦ નો ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બોર્ડ ચિત્ર ના૦ ૧૨૪ માં બતાવ્યો છે. એ બોર્ડ ઉપર તેલમાં ડુબેલા સરકીટ બ્રેકરો જૂદી જૂદી લાઇનો માટે જોડવામાં આવે છે. ચિત્રમાં જમણા હાથ ઉપર એમાં દાખલ થતો મેન કેબલ એક સીલીંગ બૉક્ષ મારફતે એ ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બોર્ડના બસબાર (bus–bar) સાથે જોડેલો બતાવ્યો છે. આવા ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બોર્ડ ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગ માટે વપરાય છે, અને ખાતાંની જૂદી જૂદી લાઇન શાફ્ટો ઉપર મૂકેલા મોટરોના સરકીટ-બ્રેકરો એ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, જેથી એકજ ઠેકાણેથી ખાતાંના બધા મોટરો ઉપર કાબુ રાખી શકાય છે.

વિજળીનો ઝટકો (Electric Shock)—જ્યારે એ તારોમાં વિજળી ચાલુ હોય ત્યારે તેઓને અકસ્માતથી કે ભૂલથી હાથ લાગતાં જે સખ્ત ઝટકો લાગે છે તેથી ઘણીવાર મૃત્યુ નિપજે છે, અથવા તો સખ્ત રીતે દાઝી જવાય છે. આવો ભય ડાયરેકટ કરન્ટની વિજળી કરતાં ઑલટરનેટીંગ કરન્ટની વિજળીના સંબંધમાં વધારે હોય છે. એક સાધારણ પ્રકૃતીનો માણુસ વધુમાં વધુ ૬૫ વોલ્ટના ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના તાર, અથવા ૧૩૦ વોલ્ટના ડાયરેકટ કરન્ટના તાર કાંઇક મુશકેલી સાથ પણ પકડી શકે છે; પણ એથી વધારે પ્રેસર થતાંજ તેના હાથનાં આંગળાંઓમાં આંકડાં (cramps) આવી જઇને તેણે જે તાર પકડયા હોય તે તેનાથી છોડી શકાતા નથી. એવી વખતે બીજા માણુસે કોઇ તદબીરથી તેને ઝડપથી આંચકો મારી ખેંચી કાહડવો અથવા નાખી દેવો પડે છે. નહી તો તે સખ્ત રીતે

ચિત્ર ના૦ ૧૨૪
એલીસન ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બૉર્ડ (એક કૉટન મીલનાં રીંગ ફ્રેમ ખાતાંમાં)

દાઝી જવાનો સંભવ રહે છે. પણ બીજો માણસ પહેલા વિજળીના તારના સંબંધમાં આવેલા માણસને પકડીને ખેંચતાં તેને પણ સખ્ત ઝટકો લાગવાનો અને ઇજા થવાનો સંભવ રહે છે, તે ભુલી જવું નહી જોઇએ. એક માણસ વિજળીનો કેટલો વોલ્ટેજ ખમી શકે તે તે માણસની તનદરૂસ્તી અને તેના શરીર બાંધા ઉપર આધાર રાખે છે. મોટા વોલ્ટેજના એક પળવાર સંબંધમાં આવતાં જે ઝટકો લાગે તેથી

કદાચ મરણ નહી નિપજે, પરંતુ બે પાંચ સેંકડ પણ જો તાર પકડી રાખવામાં આવે તો એવું પરિણામ નિપજવાનો ભય રહે છે. માણસનું શરીર વિજળીને પોતામાંથી પસાર કરનારૂં કન્ડકટર છે, પણ તેમ વળી તે ઓછો વધતો રીઝીસ્ટન્સ પણ આપે છે, જે તે માણસની પોતાની પ્રકૃતી ઉપર આધાર રાખે છે. એક માણસ ઑલટરનેટીંગ કરન્ટના .૦૦૭ એમ્પીઅર અને ડાયરેકટ કરન્ટના .૦૨ થી .૦૩ એમ્પીઅર કરન્ટ પોતાનાં શરીરમાંથી ઝાઝી અગવડ વગર પસાર કરી શકે છે.

મોટાં શેહરોમાં જ્યાં ત્રામ ગાડી ચાલતી હોય ત્યાં ત્રામ ગાડી ચલાવવા માટેના વિજળીના પાવરનો એક તાર તેના પાટા સાથે લગાડેલો હોવાથી જમીનમાં કરન્ટ ચાલુ રહે છે, માટે ઇલેકટ્રીક કરન્ટની વિજળીની બતીના તારના સંબંધમાં જો કોઇ આદમી આવે તો તુરત તેનું કનેકશન જમીન (earth) સાથે થઇ જાય છે. વળી ઉઘાડે પગે કામ કરનારાઓને આવા જોખમમાં જવાનો સંબંધ વધુ હોય છે, કારણ કે જોડાનું ચામડું થોડુંઘણું નૉન-કન્ડકટર હોય છે. તે છતાં જો જોડાને રબરનાં તળિયાં અને એડી મૂકાવી હોય તો આવો ભય ઝાઝો ઉભો થતો નથી.

તેજ પ્રમાણે ભિનાશવાળી જમીન ઉપર કે ભિના જોડા સાથે વિજળીનું કામ કરતાં ઘણી સંભાળ રાખવાની જરૂર છે. એ માટે તદન સુકાં પાટિઆં ઉપર ઉભા રહીને કામ કરવાનું વધારે સલામતી ભરેલું છે, અને પાટિઆંની તળે પણ જો રબર કે કોર્કનાં ટુકડાં જડી લીધા હોય તો વધારે સલામતી ભરેલું કહેવાય. જાહેર રસ્તા ઉપર વિજળીનો કોઇ તાર તૂટી પડી જાય ત્યારે તેને હાથ લગાડવાનું કામ અતિશય જોખમ ભરેલું હોય છે.

પ્રકરણ—૩૦

વિજળી માપવાના મીટરો

MEASURING INSTRUMENTS

ઇલેકટ્રીક મીટરો—ઇલેકટ્રીક પાવર જૂદી જૂદી રીતે માપવા માટે ઘણી જાતનાં યંત્રો બનાવવામાં આવે છે, જે ઘણાખરાં સ્વીચ બોર્ડ ઉપર એકજ ઠેકાણે લગાડવામાં આવે છે કે જેથી એકજ

અમલદારના કાબુ હેઠળ બધાં ઓજારો રહે. ઇલેકટ્રીક પાવરની આ સગવડ ઘણી સારી હોય છે, કારણ કે એથી ગમે તેટલે છેટેથી પણ ઇલેકટ્રીક પાવર ઉપર સારો કાબુ રાખી શકાય છે.

એ ઓજારોમાં કરન્ટનો જથ્થો માપનારા એમ મીટર, પ્રેસર માપનારા વોલ્ટ મીટર, પાવર માપનારા વૉટ મીટર, રીઝીસ્ટન્સ માપ-નારા ઓહમ મીટર વગેરે ઉપરાંત બીજા ઘણીક જાતના મીટરો વપરાય છે. સારા મેકરનાં એ મીટરો ઘણી સંભાળથી બનાવેલા હોય છે અને તેઓમાં નીચલી ખુબીઓ હોય છેઃ

૧. મીટર "ડેડબીટ" (dead beat) જાતનાં હોવાં જોઇએ; એટલે કે તેઓની તખ્તી અથવા ડાયલ ઉપર કાંટો તદન સ્થિર રહેવો જોઇએ અને હાલ્યા નહી કરવો જોઇએ. જો કાંટો હાલ્યા કરે તો માપ બરાબર મળે નહી.

૨. મીટર મજબુત અને કારખાનાના સખ્ત વપડાસ સામે ટકી શકે તેવાં હોવાં જોઇએ.

૩. બાહેરનાં કોઇ મેગ્નેટીક ફીલ્ડની અસર મીટર ઉપર થવી નહી જોઇએ, નહી તો મીટર બિગડી જઇને ખોટું માપ (reading) બતાવશે.

૪. મધ્યમસરનો ઓવર લોડ થોડીક સેકન્ડ સુધી બતાવતાં મીટર બિગડી કે ભાંગી નહી જાય તેવું હોવું જોઇએ.

૫. માપનો સ્કેલ મોટો અને તેના માર્કાઓ લગભગ એકસરખા હોવા જોઇએ.

૬. ચાલુ ભાગોનું ઇન્સ્યુલેશન સારૂં હોવું જોઇએ. ખાસ કરીને વોલ્ટ મીટરમાં એની ઘણી જરૂર પડે છે.

૭. ગરમ થવાથી મીટરનાં રીડીંગમાં ભૂલ આવવી નહી જોઇએ. કેટલાક હલકી જાતના વોલ્ટ મીટરમાં તે ગરમ થવાથી ખોટો વોલ્ટેજ બતાવે છે.

૮. મીટરમાં ખપતો પાવર અતીશય થોડો હોવો જોઇએ. (વોલ્ટ મીટર હોય તો તેનો રીઝીસ્ટન્સ બને તેટલો મોટો અને એમ મીટર હોય તો તેનો રીઝીસ્ટન્સ બને તેટલો થોડો રાખવાની એ મતલબ હોય છે.)

એમમીટર અને વોલ્ટમીટર (Ammeter and Volt-meter)—એમમીટર ઇલેકટ્રિસિટિનો જથ્થો અથવા કરન્ટ માપવાને

માટે અને વોલ્ટમીટર તેનો પ્રેસર અથવા ઇલેક્ટ્રોમોટીવ ફોર્સ માપવા માટે વપરાય છે. બન્નેની બનાવટમાં અને યંત્રકળામાં ઝાઝો ફરક હોતો નથી, અને સહેજ ફેરફાર સાથે એક બીજા તરીકે વાપરી શકાય છે. વોલ્ટ મીટરમાં કરન્ટ હાઇ રીઝીસ્ટન્સ મારફતે આપવામાં આવે છે, જેથી કરન્ટના વોલ્ટેજથી ઘણાજ ઓછા વોલ્ટેજે મીટરનો કાંટો ફરે છે. એમમીટરમાં ઘણો રીઝીસ્ટન્સ આપવામાં આવતો નથી, પણ કરન્ટ એક શન્ટ મારફતે આપવામાં આવે છે, જેથી મીટરમાં વહેતો કરન્ટ કેબલમાં વહેતા કરન્ટ કરતાં ઘણોજ નાનો હોય છે, અથવા તો મીટરનાં વાઇન્ડીંગમાં એક જાડા તારના કૉઇલ મારફતે કરન્ટ આપવામાં આવે છે, કે જેમાં બધો કરન્ટ રીઝીસ્ટન્સ વગર ફરે છે.

હૉટવાયર મીટર (Hot Wire Meter)—આ જાતના એમમીટર અને વોલ્ટમીટરમાં પ્લેટીનમ-સીલવરનો એક તાર બે સ્ક્રુ વચ્ચે આડો તાઇટ બાંધેલો હોય છે જેનું ખેંચાણ ઓછું વધતું કરવાની ગોઠવણ રાખેલી હોય છે, અને કન્ડકટીંગ મેન કેબલમાંથી લીધેલી એક શાખા અથવા શન્ટ આ તાર સાથે જોડવામાં આવે છે. એમાં કરન્ટ આપવાથી એ તાર ગરમ થઇ એક્ષપાન્ડ થાય છે અથવા લાંબો થાય છે, જે એક રેશમી દોરીની મદદથી કાંટો ડાયલ ઉપર ફેરવીને કરન્ટનું તેજ બતાવે છે. એ મીટરમાં લોહડું વાપરવામાં આવતું નથી, તેથી એ ડાયરેક્ટ તેમજ ઑલટરનેટીંગ બન્ને કરન્ટો માટે ચાલી શકે છે, અને આજુબાજુનાં કોઇ ફીલ્ડની અસર એની ઉપર નહી થતી હોવાથી એનું રીડીંગ ભરોસો મુકવા લાયક હોય છે. પણ એનું યંત્ર ઘણું નાજુક હોવાથી તે બિગડી જવાનો અથવા ઓવર લોડથી બળી જવાનો સંભવ રહે છે.

મુવીંગ કૉઇલ મીટર (Moving Coil Meter)—એમાં એક હીલચાલ કરતો કૉઇલ મીટરનો કાંટો ફેરવે છે, જે કૉઇલમાં માપવાના કરન્ટનો એક ઘણોજ નાનો ભાગ વહે છે. એમાં પરમેનન્ટ મેગ્નેટો વચ્ચેનાં મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં તે કૉઇલ ફરે છે, જે કૉઇલની ધરી જ્યારે કરન્ટ આપવામાં આવે ત્યારે બે મેગ્નેટો વચ્ચેની અણુદીઠ મેગ્નેટીક લાઇનોની લાઇનમાં આવે છે અને તેથી કાંટો ડાયલના સ્કેલ ઉપર ફરે છે. કૉઇલ ફરતી વખતે એક તારને વળ દિએ છે અથવા તે ઉપર એક નાની સ્પ્રીંગ કાબુ રાખે છે, તેથી કાંટો તદ્દન સ્થિર

(dead beat) રહે છે. એમાં ટેમ્પરેચર વધવાથી કશી અસર થતી નથી. એ મીટર ઘણો નાજુક હોય છે, જો કે એમાં હીલચાલ કરતા ભાગો વજનમાં ભારે હોય છે, અને તેથી એની ધરીઓમાં ફ્રીકશન થતું અટકાવવાની તરેહવાર યુક્તિઓ કરવામાં આવે છે. એ મીટરનો સ્કેલ એક સરખા માર્કાવાળો હોય છે, અને નાનામાં નાના કરન્ટની પણ એ મીટર ઉપર અસર થાય છે. એની નજદીકમાં કોઇ મેગ્નેટીક ફીલ્ડ હોય તો તેની ઝાઝી અસર એ મીટર ઉપર થતી નથી. એ જાતના મીટરો માત્ર ડાયરેકટ કરન્ટ ઉપર ચાલે છે અને સારૂં કામ આપે છે. એમાં વહેતો મેન કરન્ટ એક શન્ટ મારફતે વહે છે, જે શન્ટ મીટરથી દૂર પણ રાખી શકાય છે. ડાયરેકટ કરન્ટ માટે આ જાતના મીટર સારૂં કામ આપે છે. સ્ટીલના હૉર્સ શુ મેગ્નેટમાં નરમ લોહડાંના પોલ પીસ લગાડીને તેઓ વચ્ચેના ગોળ ખાંચા (polar gap) વચ્ચે નરમ લોહડાંનું એક સીલીન્ડર ફીક્સ્ડ કીધેલું આવી રીતે (O) રાખવામાં આવે છે. બધે ફરતી જગા આસરે અરધો દોરો હોય છે. આ સીલીન્ડર ઉપર સીલીન્ડરની ઉંચાઇમાં વિંટાળેલું એક કૉઇલ હોય છે, જે પોતાની ધરી ઉપર સીલીન્ડરની આસપાસ પોલર ગેપમાં ફરતું રહે છે. એ કૉઇલને બન્ને છેડે ધરી ઉપર નાજુક કૉઇલ સ્પ્રીંગો નાના ઘડિઆળનાં એસ્કેપમેન્ટ સાથે આવે છે તેવી ઉલટા સુલટી રાખવામાં આવે છે, જેથી જ્યારે કૉઇલ ફરે ત્યારે એક સ્પ્રીંગ ફરીને તાઇટ થાય તો બીજી ઉલટી ફરીને ઢીલી પડે. આ કૉઇલની ધરી ઉપર ડાયલ ઉપર ફરતો કાંટો જોડેલો હોય છે, જે મેગ્નેટીક ફીલ્ડમાં કૉઇલ ફરતાંજ ડાયલ ઉપર ફરે છે. એમાં પાવર ઘણોજ થોડો બલકે નહી જેવો ખપે છે અને એ મીટર વોલ્ટેજ માટે વાપરવો હોય તો એમાં ઘણોજ હાઇ રીઝીસ્ટન્સ આપી શકાય છે, અને એમ મીટર તરીકે વાપરવો હોય તો ઘણો થોડો રીઝીસ્ટન્સ આપી શકાય છે.

મુવીંગ આયર્ન મીટર (Moving-iron Meter) –એમાં ત્રાંબાના તારના એક કૉઇલમા કરન્ટ આપવામાં આવે છે, જે કૉઇલની વચ્ચે મુકેલો નરમ લોહડાંનો કોર મેગ્નેતાઇઝડ થાય છે, અને અને તે કોર ફરીને મીટરનો કાંટો ફેરવે છે. આ મીટર બનાવટમાં સહેલ્લો અને કીમ્મતમાં સસ્તો હોય છે, પણ એની ડાયલના સ્કેલ

(scale) ઉપરના માર્કા નાના કરન્ટ માટે બહુજ નજદીક નજદીક હોય છે. એ ઑલ્ટરનેટીંગ તેમજ ડાયરેક્ટ કરન્ટ બન્ને માટે બનાવવામાં આવે છે, અને ઘણો અસરકારક (sensitive) હોતો નથી. વળી એની પાસે કોઇ મેગ્નેટીક ફીલ્ડ આવી જાય તો તેની મીટર ઉપર અસર થાય છે, અને એનો કાંટો ઘણો ખરો સ્થિર રહેતો નથી. ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ માટે જેટલી ફ્રીકવન્સી અથવા સાઇકલ હોય તેટલીજ ફ્રીકવન્સી માટે બનાવેલો એવો મીટર લગાડવામાં આવે છે. ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ માટેના મીટરમાં જેટલું બને તેટલું ઓછું લોહડું વાપરવામાં આવે છે.

ઓહમ મીટર (Ohm meter)—આ મીટર જેને ટુંકમાં મેગ્હોમ ઉપરથી મેગર (Megger) કહે છે તે ઇન્સ્યુલેશનનાં રીઝીસ્ટન્સ વગેરે માપવા માટે વપરાય છે. ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ કે પાવરનું વાયરીંગ કરી લીધા પછી તેનાં ઇન્સ્યુલેશનમાંથી કેથે વિજળીની ગળતર થાય છે કે નહી તે એ મીટરથી તપાસવામાં આવે છે. મેગ્હોમ એટલે દશ લાખ ઓહમ (જુવો પાનું-૮), જે રીઝીસ્ટન્સનું માપ હોય છે, અને ઓહમના કાયદાને અનુસરીને એ મીટર બનાવવામાં આવે છે, કારણ કે રીઝીસ્ટન્સ = વોલ્ટ÷એમ્પીઅર. એમાં બે રીંગ જેવાં કૉઇલો એક બીજામાં ઉતારી કાટખૂણે રાખેલા હોય છે, જેમાંના એક કૉઇલમાં હાઇ રીઝીસ્ટન્સ આપેલો હોવાથી તેને પ્રેસર અથવા વોલ્ટેજ કૉઇલ કહે છે અને બીજામાં ઘણોજ ઓછો રીઝીસ્ટન્સ હોવાથી તેને એમપીઅરેજ અથવા કરન્ટ કૉઇલ કહે છે. એ કૉઇલો વચ્ચે એક ધરી ઉપર એક મેગ્નેટ ફરતો રહે છે. એ મીટરમાં એક મેગ્નેટો જેનરેટર રાખવામાં આવે છે, જે હાથે ફેરવવાથી વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે. મેગ્નેટોનો એક તાર બે સાખાઓમાં લઇને એકને પ્રેસર કૉઇલના એક છેડા સાથે અને બીજાને કરન્ટ કૉઇલના એક છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે, અને મેગ્નેટોના બીજા તારને પ્રેસર કૉઇલના બીજા છેડા સાથે તેમજ જે લાઇન અથવા તારનો રીઝીસ્ટન્સ માપવો હોય તેના એક છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે, અને એ લાઇનનો બીજો છેડો કરન્ટ કૉઇલના બીજા છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. હવે ધારો કે જે લાઇનની તપાસ કરવામાં આવનાર છે તેમાં બીલકુલ કરન્ટ ચાલુ નથી. પછી મેગ્નેટો ચાલુ કરતાં કરન્ટ

કૉઇલમાં કશો કરન્ટ ફરશે નહી, પણ પ્રેસર કૉઇલમાં ફરતા કરન્ટનો વોલ્ટેજ દેખાશે, અને કાંટો ફરીને ડાયલ ઉપર ૦ અથવા ઇન્ફીનીટી (infinity) બતાવશે, જે દેખાડે છે કે ટેસ્ટ કરવામાં આવતી લાઇનમાં કશો રીઝીસ્ટન્સ નથી. જો એ લાઇનમાં રીઝીસ્ટન્સ હશે તો કાંટો તે ડાયલ ઉપર બતાવશે. એવી રીતે ટેસ્ટ કરતી વખતે બનતાં સુધી જે વોલ્ટેજ ચાલુમાં વાપરવાનો હોય તે કરતાં લગભગ બમણો વોલ્ટેજ મેગ્નેટો જોરથી ફેરવીને લેવામાં આવે છે.

વાટ મીટર (Watt meter)—આ મીટર ઇલેકટ્રીક પાવર માપવા માટે વપરાય છે, અને એની બનાવટ ઓહમ મીટરને કાંઇક મળતી આવે છે. એમાં બે કાઇલો હોય છે, જેમાનો એક ફીક્ષ્ડ અને બીજો ફરતો હોય છે. એમ્પીઅર×વોલ્ટ=વૉટ થાય છે. ફીક્ષ્ડ કૉઇલ કરન્ટ કૉઇલ હોય છે અને ફરતો પ્રેસર કૉઇલ હોય છે. એ મીટરમાં લોહડું વપરાતું નથી, અને બે કૉઇલને લીધે વારંવાર થતાં ખેંચાણ (attraction) અને ધકકા (repulsion) ની ક્રિયા ઉપર એ મીટરના કામ કરવાનો આધાર રહે છે. ફીક્ષ્ડ કૉઇલની અંદર ફરતો કૉઇલ ૪૫ ડીગ્રીને ખૂણે રાખેલો હોય છે જેની ધરી સાથે સ્પ્રીંગ હોય છે. એમાં કરન્ટ આપવાથી ફરતો કૉઇલ સ્પ્રીંગનાં દબાણની સામે ફરે છે, અને તેથી ડાયલ ઉપર કાંટો ફરે છે.

એનરજી મીટર (Energy meter)—બાહેરનો ઇલેકટ્રીક પાવર ખરીદતાં મકાનો અને કારખાનાઓમાં તે કેટલો વપરાય છે તે માપવા માટે એનરજી મીટર વપરાય છે, જે વૉટ–અવર અથવા એમ્પીઅર–અવર માપી શકે છે. એ ઘણી જાતના બનાવવામાં આવે છે, જેઓ માહેલો એક થોમસન હુસ્તન (Thomson–Houston) મેકરનો ઘણો જાણીતો છે. એમાં બે ફીલ્ડ કૉઇલ વચ્ચે એક ડ્રમ આરમેચર ફરતું રહે છે, અને ફીલ્ડ કૉઇલ સાથે બાહેરથી આવતા ઇલેકટ્રીક કેબલના પૉઝીટીવ નેગેટીવ તાર સીરીઝમાં વિંટાળેલા હોય છે. ઉભાં ડ્રમ આરમેચર ઉપર આઠ કૉઇલ બારીક તારનાં વિંટાળેલા હોય છે અને તે ઊભાં આરમેચરની ધરી નાનાં ઘડિયાળોમાં આવે છે તેવી ફ્રીકશન વગરની બેરીંગમાં ફરતી રાખેલી હોય છે. બાહેરના પૉઝીટીવ કેબલમાંથી એક પાતળા તારની શાખા અથવા શન્ટ લઇને ફીલ્ડ મેગનેટની સાથે રાખેલા બીજા (auxiliary) બે કૉઇલોની આસપાસ વિંટાળીને એક રીઝી

સ્ટન્સમાંથી પસાર કરીને આરમેચર શાફ્ટ ઉપર રાખેલાં આર ભાગના કૉમ્યુટેટર ઉપર રાખેલાં ચાંદીનાં એક નાજુક બ્રશ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને બીજું તેવાંજ ચાંદીનાં બ્રસને નેગેટીવ કેબલમાંથી લીધેલી શાખા સાથે જોડવામાં આવે છે. આવી રીતે એ મીટરમાં બે પોલનો એક ડાઇનેમો રાખવામાં આવે છે, પણ એમાં લોહડું વાપરવામાં આવતું નથી. ઉભાં આરમેચર ડ્રમની ધરી ઉપર ત્રાંબાંની એક આડી ડીસ્ક બે સ્ટીલના મેગ્નેટો વચ્ચે ડ્રમની સાથેજ ધીમે ધીમે ફરતી રહે છે. એ ધરીને ઉપલે છેડે ચકકરોની ગોઠવણથી મીટરનાં નંબરો ચાલ્યા કરે છે અને ખપતો પાવર એ નંબરો ફરવાથી દેખાય છે. ધારો કે ૫૦૦ વૉટના લોડ સાથે આરમેચર એક સેકન્ડે એક રેવોલ્યુશન ફરે છે. જો હવે લોડ એકસરખો હોય તો બે કલાકમાં ૧૦૦૦ વૉટ–અવર એનરજી ખપે, જે એક યુનીટ અથવા કીલો વૉટની બરાબર થાય અને તેટલા વખતમાં પેલી ડીસ્કનાં ૭૨૦૦ રેવોલ્યુશન્સ મીટરમાં નોંધાય.

પ્રકરણ—૩૧

ઇલેકટ્રીકલ પાવર.

ELECTRICAL POWER

ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવીંગ (Electrical Driving)—મીલો અને ફેકટરીઓને કોઇ જાતનાં એનજીનની મદદથી પટા કે રસાથી ચલાવવાને બદલે વિજળીના પાવરથી ચલાવવામાં કેટલાક ફાયદા સમાયલા છે. સુતર કાપડની મીલોમાં એનજીનોની ઝડપમાં વારંવાર ફરક પડયા કરતો હોવાથી સુતર કે કાપડના માલની જાતમાં ફરક પડી જતો કહેવાય છે, કારણ કે સુતર કાપડ બનાવનારી મશીનરી તદન એકજ સરખી નિયમીત ઝડપે ચલાવવા ઉપર માલની જાત (quality) અને પેદાશ (quantity) નો ઘણો મોટો આધાર છે. ઘણાંક નાનાં કારખાનાંઓમાં તો એનજીનો એવી ખરાબ હાલતમાં રાખેલાં હોય છે કે તેઓ પુશ્કળ સ્ટીમ અને કોલસાનો ઘાણ કાહડી નાખે છે. ખાસ કરીને નાનાં વરટીકલ એનજીન–બૉઇલરો અને પોરટેબલ સ્ટીમ એનજીનો પાવરના ખરચની બાબદમાં ઘણાજ ખરચાળુ હોય છે. માટે એવે ઠેકાણે કોઇ જાહેર કંપની તરફથી મળતો તૈયાર ઇલેકટ્રીક પાવર

ઘણો ફાયદો એશક કરી શકે. વળી એથી ઇમારત અને જગાનો બચાવ થવા ઉપરાંત સ્વચ્છતા, નિયમીત ઝડપ, દેખરેખ રાખવાની કડાકુટનો બચાવ અને ઓછો બરચ, એ બાબતોમાં જો સસ્તો ઇલેકટ્રીક પાવર મળે તો તે બીજા કોઇબી જાતનાં એનજીનથી મળતા પાવર સાથે સારી હરીફાઇ કરી શકે તેમ છે. અલબતાં ઇલેકટ્રીક પાવર કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે અને શું ભાવે વેચવામાં આવે છે તે ઉપર એ બધી બાબતોનો આધાર છે. મોટી મીલોમાં પણ નાનાં નાનાં સાદાં સ્ટીમ એન્જીનોથી ચાલતા પમ્પો, કેલેનડરીંગ મશીનો, મિકેનીક શૉપ વગેરેનાં એન્જીનો મીલનાં મોટાં એન્જીનો સાથે સરખાવતાં દર હૉર્સ પાવરે લગભગ ૧૦-૧૨ ગણો વધારે કોલસો ખાય છે. એવાં મશીનો અથવા ખાતાંઓ ઇલેકટ્રીક મોટરોથી ચલાવતાં ઘણી કરકસર કરી શકાય છે.

ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવીંગથી કૉટન મીલ ચલાવવાની બાબદમાં હજી કેટલીક મતફેરી જોવામાં આવે છે, કારણ કે કૉટન મીલનો લોડ ફેકટર આસરે ૮૫ ટકાનો હોય છે. એટલે કે એક મીલનો સામટો લોડ જો ૧૦૦૦ હૉર્સ પાવર ગણેલો હોય તો આખો દીવસ તેમાં વારંવાર બંધ પડતાં મશીનોને લીધે તેનું એન્જીન ૮૫૦ હૉર્સ પાવર સરાસરી કરતું હોય. વળી દરેક મીલમાં સાઇઝીંગ, ડાઇંગ બ્લીચીંગ વગેરે ખાતાંઓ માટે પ્રોસેસ સ્ટીમ ઘણી ખપે છે, જે માટે બૉઇલર પ્લાન્ટ તો મૂકવો પડે છે. જે કારખાનાંઓમાં લોડ ફેકટર આસરે ૪૦ કે ૫૦ ટકાનોજ હોય ત્યાં બાહેરથી ખરીદેલો ઇલેકટ્રીક પાવર ઘણી કરકસર ભરેલો થઇ પડે. અથવા તો એકજ કમ્પાઉન્ડમાં અથવા નજદીક નજદીકમાં એકજ કારોબાર હેઠળથી બે ચાર મીલો જૂદાં જૂદાં એન્જીનોથી કામ કરતી હોય ત્યાં પણ બાહેરનો ઇલેકટ્રીક પાવર લેવાથી ફાયદો થઇ શકે. પણ લગભગ એક સરખા લોડે દિવસના ૧૦ કલાક ચાલતી મીલો બાહેરથી ખરીદેલા ઇલેકટ્રીક પાવરની મદદથી ચલાવવા પહેલ્લાં બળતણના ભાવના પ્રમાણમાં ઇલેકટ્રીક પાવરનો ભાવ કેટલો માંગવામાં આવે છે તેની સંભાળ પૂર્વક તપાસ થવી જોઇએ.

બળતણનો અને ઇલેકટ્રીક યુનિટનો ભાવ (Cost of Fuel versus Electrical Unit)—જે વખતે

મુંબાઇમાં કૉટન મીલેા ચલાવવા માટે ઇલેકટ્રીક પાવર આપનારી કંપનીઓ સ્થાપવામાં આવી તે વખતે મુંબાઇમાં બંગાલ કેાલસાનેા ભાવ ટન દીઠ આસરે રૂ. ૧૭–૧૮ નેા હતેા અને તેને અનુસરીને ઇલેકટ્રીક પાવર સપલાઇ કંપનીએ ઇલેકટ્રીક યુનિટનેા ભાવ ·૫૫ આના રાખ્યેા હતેા. પાછળથી મેાટી યુરેાપીઅન લડાઇની અસર હેઠળ બંગાલ કેાલસાનેા ભાવ રૂ. ૨૫ થી ૨૭ સુધી મુંબાઇમાં થઇ ગયેા હતેા, જેને અનુસરીને ઇલેકટ્રીકલ યુનિટનેા ભાવ .૭૨૫ આના રાખવામાં આવ્યેા હતેા. સને ૧૯૩૧ માં કેાલસાનેા ભાવ ઘટીને રૂ. ૧૬–૧૭ થવાથી ઇલેકટ્રીક યુનિટનેા ભાવ લગભગ .૬૫ આના રાખવામાં આવ્યેા છે. એક યુનીટ આસરે ૧⅓ બ્રેક હૉર્સ પાવરની બરાબર થાય છે, માટે એ ભાવે ઇલેકટ્રીકલ પાવર દર કલાકે દર હાર્સ પાવર દીઠ લગભગ અરધે આને પડવા જાય છે, કે જે ભાવે એક સારી જાતતાં સ્ટીમ એન્જીનમાંથી પણ, કેાલસેા સસ્તેા થવાથી, હવે પાવર મેળવી શકાય. પણ જ્યાં નવા અપ–ટુ–ડેટ પાવર પ્લાન્ટની થાપણુના, બળતણ ભરી મૂકવાના અને તે પાછળ સંભાળ ભરેલી દેખરેખ રાખવાના ખરચની કડાકુટમાં જવાની જોગવાઇ કે કાલજી નહી હેાય ત્યાં આઇતેા ઇલેકટ્રીક પાવર ખરીદવામાં ઘણી સગવડ મળે છે.

સ્ટીમ ટરબાઇન અને સ્ટીમ એનજીન (Steam Turbine and Steam Engine) માં પાવર ઉત્પન્ન કરવાના ખરચમાં ઝાઝેા ફરક પડતેા નથી, કારણકે સ્ટીમ એનજીન પણ હવે ઘણું સુધારવામાં આવ્યું છે. ઘણા મેાટા પાવરના સ્ટીમ ટરબાઇનમાં પાવરનેા ખરચ રહેજ ઓછેા આવે છે પણ તેમ સ્ટીમ ટરબાઇન પાછળ ઘણી સંભાળ ભરેલી દેખરેખની જરૂર પડે છે; માટે ચાલુ ખરચની બાબદમાં સ્ટીમ ટરબાઇન એક સારી જાતનાં સ્ટીમ એનજીન ઉપર ઘણી સરસાઇ ભેાગવતેા નથી. પણ એક સ્ટીમ ટરબાઇન જેવી નિયમીત એકસરખી ચાલે ચાલે છે તેમ એક સ્ટીમ એનજીન ચાલતું નથી; જો કે હાલમાં સ્ટીમ એનજીનેાનું ગવરનીંગ એટલું બધું સુધારવામાં આવ્યું છે કે તેની હમેશની સ્પીડમાં એકથી દેાહડ ટકાથી વધુ ફરક નહી પડવાની ગેરેન્ટી સારા મેકરેા તરફથી આપવામાં આવે છે. નિયમીત ચાલની બાબદમાં તેમજ ઓછી જગ્યા રેાકવાની બાબદમાં એક સ્ટીમ એનજીન ઉપર સ્ટીમ ટરબાઇન સરસાઇ ભેાગવી શકે છે. તેમજ એકજ સરખા હૉર્સ પાવરનાં સ્ટીમ એનજીન કરતાં

એક સ્ટીમ ટરબાઇન મોટા પાવર માટે પહેલ્લી કીમ્મતમાં સસ્તો પડે છે. વળી કારખાનાની અંદરનાં ખાતાંઓ જેવા કે સાઇઝીંગ, બ્લીચીંગ, ડાઇંગ, હિટીંગ વગેરે માટે જોઇતી સ્ટીમ જેમ એક સ્ટીમ ટરબાઇમાં વાપર્યા પછી કોઇબી તબક્કા (stage) માંથી ખેંચી (bleeding) કરી શકાય છે, તેમ હવે નવી જાતનાં સુધારેલાં હીટ ઍક્ષ્ત્રેકશન (heat extraction) એનજીનમાંથી પણ થઇ શકે છે. એકજ પાવરના એક હીટ એક્ષ્ત્રેકશન અથવા બ્લીડીંગ ટરબાઇનની કીમત એવાંજ એક એનજીનની કીમત કરતાં લગભગ અરધી થવા જાય છે. મીલ ડ્રાઇવીંગમાં વપરાતા એક સ્ટીમ ટરબાઇનની જીંદગી કેટલાં વર્ષોની હોય છે તે હજી બરાબર જણાયું નથી; પણ મીલ એનજીનો તો ઘણીક મીલોમાં ૩૫–૪૦ વર્ષો સુધી સારૂ કામ આપતાં જણાયાં છે. હવે વળી ગીઅર્ડ સ્ટીમ ટરબાઇન કૉટન મીલને પાધરા રોપ ડ્રાઇવીંગની મદદથી ચલાવવા માટે બનાવવામાં આવ્યા છે, અને ૧૦૦૦ હૉર્સ પાવરથી વધારે પાવર માટે એક સ્ટીમ એન્જીન કરતાં સ્ટીમ ટરબાઇન કીમ્મતમાં ઘણો સસ્તો પડવા ઉપરાંત તેના ચાલુ ખરચમાં પણ સારો ઉગાળો બતાવે છે, કારણકે એમાં મોટા પ્રેસર અને મોટી સુપરહીટની સ્ટીમ વાપરી શકાય છે; પણ એનાં કન્ડેન્સર માટે ઘણા મોટા જથ્થામાં પાણી જોઇતું હોવાથી એક સ્ટીમ એન્જીનને જોઇએ તે કરતાં એક સ્ટીમ ટરબાઇન માટે ઘણો મોટો તળાવ બાંધવો પડે છે. (વધુ માટે જુવો આ લખનારનું મોટું પુસ્તક "**મીલ એન્જીનીઅરીંગ**".)

સ્ટીમ ટરબાઇનની નિયમીત ચાલ અને હાઇસ્પીડને લીધે તેનાથી ઇલેકટ્રીક જેનરેટરો તેની સાથે પાધરા જોડીને ચલાવવાનું હવે ઘણું સગવડ ભરેલું અને સસ્તું થઇ પડે છે, કારણ કે જેમ જેનેરેટર વધારે હાઇસ્પીડે ચાલતો બનાવવામાં આવે તેમ તે કીમ્મતમાં સસ્તો થાય છે. જેનેરેટરની શાફ્ટ ટરબાઇનની શાફ્ટ સાથે હવે પાધરીજ જોડવામાં આવતી હોવાથી પટા કે દોરડાંની કડાકુટ અને ખરચ નિકળી જાય છે, અને આખો કમ્બાઇન્ડ જોડેલો પ્લાન્ટ ઘણી ઓછી જગ્યા રોકે છે, કારણ કે એકજ બેડપ્લેટ ઉપર ટરબાઇન અને જેનરેટર બેસાડવામાં આવે છે. એજ પ્રમાણે ડીઝલ ઑઇલ એન્જીન

સાથે પણ ઇલેકટ્રીક જેનરેટર પાધરા ક્રૅન્ક શાફ્ટ સાથે જોડી શકાય છે; પણ ટરબો-જેનરેટર કરતાં ડીઝલ-જેનરેટર કીમ્મતમાં મોંઘા પડે છે; કારણ કે ટરબાઇનની ઝડપ ડીઝલ એન્જીનની ઝડપ કરતાં ઘણી વધારે હોય છે.

પ્રોસેસ સ્ટીમ (Process Steam)—કૉટન મીલોનાં ઘણાંક ખાતાંઓમાં રંગવા, ધોવા, કાંજી પાવા, ઇસ્ત્રી કરવા, ગરમી રાખવા વગેરેનાં કામમાં પ્રોસેસ સ્ટીમ મોટા જથ્થામાં વપરાય છે, જે ઘણીક મોટી મીલોમાં પાવરમાં ખપતી સ્ટીમના લગભગ ૩૫ થી ૪૦ ટકા જેટલી થવા જાય છે. એટલે ડાઇંગ, બ્લીચીંગ સાથની ૭ બૉઇલરો વાપરનારી મીલોમાં લગભગ ૩ બૉઇલરો તો પ્રોસેસ સ્ટીમ માટે અને ૪ બૉઇલરો પાવર માટે જોઇએ છે. જ્યારે બાહેરથી ઇલેકટ્રીક પાવર ખરીદવામાં આવે છે, ત્યારે આ પ્રોસેસ સ્ટીમ ઉત્પન્ન કરવા માટે બૉઇલરો અને ચીમની વગેરે તો રાખવીજ પડે છે. હાલમાં સ્ટીમ ટરબાઇનમાં તેમજ નવી ઢપનાં હીટ એક્ષ્ટ્રેકશન એન્જીનમાં સ્ટીમને પાવર ઉત્પન્ન કરવા માટે થોડીક વાપર્યા પછી મીલોનાં ખાતાંઓમાં મોકલવાની ગોઠવણ કરી શકાય છે, જેથી બળતણના ખરચમાં મોટો બચાવ થતો હોવાથી હવે ઘણે ઠેકાણે સ્ટીમ ટરબાઇન અથવા હીટ એક્ષ્ટ્રેકશન એન્જીનની મદદથી મીલો ચલાવવાનો ખરચ બાહેરથી ખરીદેલા ઇલેકટ્રીકલ પાવર કરતાં ઓછો આવતો કહેવાય છે. જે મીલોમાં માત્ર સાઇઝીંગ, કેલેન્ડરીંગ અને મીલહીટીંગ ઉપરાંત ડાઇંગ, બ્લીચીંગ અને ફીનીશીંગ નહી હોય તેઓમાં પાવરમાં ખપતી સ્ટીમના લગભગ ૨૦ ટકા જેટલી સ્ટીમ પ્રોસેસમાં વપરાતી જોવામાં આવે છે.

પ્રોસેસ સ્ટીમનો ખરચ (Cost of Process Steam)—એક સાધારણ કદની ૩૨૦૦૦ સ્પીન્ડલ અને ૧૦૦૦ લુમની મીલમાં જો સંપુર્ણ ડાઇંગ, બ્લીચીંગ અને ફીનીશીંગ ખાતાં પણ જોડેલાં હોય તો બે મોટાં કદનાં લૅન્કેશાયર બોઇલરો એ ખાતાંઓમાં વપરાતી તેમજ સાઇઝીંગ અને મીલ હીટીંગમાં વપરાતી સ્ટીમ ઉત્પન્ન કરવા માટે વપરાય છે, અને તેઓમાં દરરોજ કામનાં પ્રમાણમાં લગભગ ૭ ટન કોલસો બળે. બંગાળ કોલસાનો ભાવ હમણા (૧૯૩૧) મુંબાઇમાં રૂ. ૧૬ નો ગણતાં મહીનાના ૨૬ દિવસોમાં

બળતણું, પાણી અને મજુરીનો ખરચ એવી પ્રોસેસ સ્ટીમ પાછળ આસરે રૂ. ૭૫૦૦ થવા જાય. આવાં ૨ બૉઇલરો દર કલાકે લગભગ ૧૨૦૦૦ પાઉન્ડ સ્ટીમ ઉત્પન્ન કરી આપે છે.

ગૅસ અને ઑઇલ એનજીનોની ચાલ સ્ટીમ એનજીનની ચાલ કરતાં પણ વધારે અનિયમિત હોય છે. ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવીંગમાં ચાલ એકજ સરખી રહેતી હોવાથી મશીનરી ઉપર આંચકા આવતા નથી, તેથી મશીનરી થોડીક વધારે ઝડપે પણ ચલાવી શકાય છે, અને તેથી કારખાનાની પેદાશમાં થોડોક વધારો થતો કહેવાય છે. ખાસ કરીને સુતર કાપડની મીલોમાં મશીનરી એક સરખી નિયમિત (uniform speed) ચાલે ચલાવવાની ઘણી અગત્ય છે; પણ ઘણીક વખતે એનજીનની ચાલમાં ૩ થી ૫ ટકાનો ફરક પડતાં મીલની લાઇન શાફ્ટીંગની ઝડપમાં ૧૦ થી ૧૫ ટકાનો ફરક પડે છે, જેથી માલ હલકા પ્રકારનો ઉતરવા સાથે કમી ઉતરે છે. મશીનરી ચલાવવા માટે ઇલેકટ્રીક પાવર લેવાથી એ ખામી સુધારી શકાય છે. આથી જ્યાં ઇલેકટ્રીક પાવર કોઇ જાહેર સપ્લાઇ કંપની પાસેથી ઘટતા કિફાયત દરે તૈયાર મલતો નહી હોય ત્યાં પણ સ્ટીમ ટરબાઇનથી ડાઇનેમો ચલાવી તેનાં કરન્ટથી જૂદાં જૂદાં ખાતાંઓ ઇલેકટ્રીક મોટરોથી ચલાવવાનું કેટલાકો પસંદ કરે છે. આવું ઇલેકટ્રીકલ પાવર ટ્રાન્સમીશન (transmission) મિકેનિકલ ટ્રાન્સમીશન કરતાં ખરચમાં ઓછું પડતું નથી, પણ તેથી મશીનરી ઘણીજ નિયમિત એક સરખી ઝડપે ચાલી શકે છે. હવે રોપગીઅર સાથના સ્ટીમ ટરબાઇનથી પાધરી મીલ ચલાવવાનું વધારે કરકસર ભરેલું થઇ પડયું છે, કારણ કે તેની સાથ સરખાવતાં ઇલેકટ્રીકલ ટ્રાન્સમીશન ઘણું મોંઘું પડવા જાય છે. અને તેનો ચાલુ ખરચ પણ વધુ આવે છે. ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવ જેટલીજ સ્ટીમ ટરબાઇનની ડ્રાઇવ તદન એક સરખી નિયમિત હોય છે, પણ ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવમાં મશીનરી જેમ ગમે તેમ ગોઠવવાની જેવી સગવડ મળે છે તેવી મિકેનિકલ ડ્રાઇવમાં મળતી નથી.

મિકેનિકલ ટ્રાન્સમીશન (Mechanical Transmission) માં કારખાનાની શાફ્ટીંગો રસા અને પટાથી ચલાવતાં ઘણેક ઠેકાણે ૨૦ થી ૨૫ ટકા પાવર ફ્રીકશન અને સ્લીપેજ (slippage)

માં વ્યર્થ જાય છે. જો વળી શાફ્ટીંગો લાઇન લેવળમાં આઉટ હોય તો એ કરતાં પણ વધુ પાવર વ્યર્થ જવાનો સંભવ રહે છે. ઇલેક-ટ્રીક ડ્રાઇવીંગની તદન નિયમીત એક સરખી ઝડપને લીધે મશીનરી સહેજ વધારે ઝડપે ચલાવી શકાય છે, જેથી કારખાનાંમાંથી નીપજતા માલની પેદાશ કાંઇક વધવા પામે છે; પણ ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવીંગમાં પણ ઘણાંક કારણોને લીધે ટ્રાન્સમીશનમાં કેટલોક પાવર વ્યર્થ જાય છે. વળી એક કારખાનું પોતાનો મિકેનિકલ પાવર ઉત્પન્ન કરીને વાપરે ત્યારે તેને પોતાના પ્લાન્ટને ચલાવવા માટે જોઇતાં બળતણ, પાણી, તેલ, વગેરેની ગોઠવણ કરવાની જંજાલ કરવા ઉપરાંત પાવર હાઉસ માટે જોઇતી જમીન, પ્લાન્ટ વગેરેની થાપણ માટે ગોઠવણ કરવી પડે છે. એ બધું ધ્યાનમાં લેવા છતાં હજી નવી બંધાતી મીલોને ઇલેકટ્રીકલને બદલે મિકેનિકલ ટ્રાન્સમીશન સાથે ચલાવવાનું ઘણે ઠેકાણે પસંદ કરવામાં આવે છે, કારણ કે તે પેહલ્લા થાપણના ખરચમાં તેમજ ચાલુ ખરચમાં સસ્તું પડે છે.

ઇલેકટ્રીકલ ટ્રાન્સમીશન (Electrical Transmission) માં મશીનરીની ગોઠવણ જેમ જોઇએ તેમ કરી શકાય છે. જ્યારે મિકેનિકલ ડ્રાઇવમાં તો શાફ્ટીંગ કઇ બાજુએથી જશે અને પાવર કેવી રીતે લઇ શકાશે તેનો પેહલ્લો વિચાર કરવો પડે છે. આ કારણ થકી ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવમાં કારખાનાની ઇમારતનું ખૂણેખૂણું કામમાં વાપરી શકાય છે અને કાંઇબી જગ્યા નકામી રાખવી પડતી નથી; એટલુંજ નહી, પણ મીલમાં વધારો કરતી વખતે મીલના કમ્પાઉન્ડમાં ગમે ત્યાં પડેલી ખાલી જગ્યાનો ઉપયોગ પણ સેહલાઇથી કરી શકાય છે. ઇલેકટ્રીકલ ટ્રાન્સમીશનમાં મોટરો, ટ્રાન્સ ફૉરમરો અને કેબલો વગેરેમાં વ્યર્થ જતો (loss of power) પાવર આસરે ૨૦ ટકાથી ઓછો રહેતો નથી, માટે નવાં કારખાનાઓમાં મિકેનિકલ અને ઇલેકટ્રીકલ ટ્રાન્સમીશનના ખરચમાં ઝાઝો ફરક રહતો નથી. ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવમાં એક ઘણી અગત્યની સગવડ એ મળે છે કે એ ડ્રાઇવમાં વપરાતો કે વ્યર્થ જતો પાવર ઘણીજ બારીકી અને ભરોસો રાખવા લાયક રીતે ઇલેકટ્રીકલ મીટરોમાં માપી શકાય છે, અને તેઓ ઉપર કાબુ રાખી શકાય છે. જો ઇન્ડીવીડ્યુઅલ ડ્રાઇવ હોય તો દરેકે દરેક મશીન ચાલુમાં કેટલો પાવર ખાય છે તે તેને મીટર લગાડી જાણી

શકાય છે, અને તેની નોંધ પણ રાખી શકાય છે. ઇલેકટ્રીકલ ત્રાન્સમીસનમાં વળી કૉટન મીલોનાં ખાતાંઓમાં હયુમીડીફાયરો મારફતે જે ભિનાશ રાખવામાં આવે છે તેની અસર મોટરનાં વાયરીંગ અને કેબલો ઉપર થતી હોવાથી તે માટે ખાસ સંભાળ લેવી પડે છે.

જુની મીલોમાં ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવ કાંઇક ફાયદો કરી આપી શકે, કારણ કે તેનાં એનજીનનો પાવર પ્લાન્ટ ઘસાયલો પિસાયલો હોવાથી બળતણમાં ઘણો ખર્ચાળુ હોવા ઉપરાંત તેની શાફ્ટીંગો ઘણે ઠેકાણે લાઇન લેવલની આઉટ થઇ ગયલી હોય છે, જેથી ઘણોક પાવર વ્યર્થ જાય છે. એક જુની મીલમાં ૧૬૦૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવરનું એનજીન ચાલુમાં ૧૪૫૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવરનો લોડ ખેંચતું હતું, તેમાં મશીનરીના બધા પટા લુસ પુલીઓ ઉપર મૂકાવી એનજીનના ડાએગ્રામ લેવાથી તે ૫૫૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવર ખાતું માલમ પડયું, જે ચાલુ લોડના લગભગ ૩૮ ટકાની બરાબર થાય! એમાં એન્જીનનાં પોતાનાં ફ્રીકશનમાં વપરાતા ૧૫ ટકા બાદ કરીએ તો બાકીના ૨૩ ટકા શાફ્ટીંગ ગીઅરીંગના ફ્રીકશન ખાતે ગણી શકાય. કેટલીક ખતારા મીલોમાં એ આંકડો ૪૦ થી ૪૫ ટકા સુધી જાય છે. માટે જ્યારે કાંઇ કામ નહી નિપજતું હોય ત્યારે પણ કારખાનાના ફુલ લોડનો લગભગ અરધો પાવર જો માત્ર એનજીનને, શાફ્ટીંગને અને પટાઓને ખાલી ગબડાવવામાં વ્યર્થ જતો હોય તો એવી મીલો આજના સખ્ત હરીફાઇના જમાનામાં કશુંબી સંતોશકારક પરિણામ નિપજાવી શકે નહી. એવી મીલોમાં ઇલેકટ્રીક પાવર જો ઘટતા કિફાયત દરે મળી શકતો હોય તો ફાયદો કરી શકે. જૂની મીલોમાં કારખાનું વધારતાં જતાં જેમ ગમે તેમ મશીનરીની ગોઠવણો કીધેલી હોવાથી તેઓને ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવથી ચલાવવામાં ઘણી સગવડ અને સવળતા મળી શકે છે. મીલનાં એન્જીન કાહડી નાખી ઇલેકટ્રીક પાવર લેવાથી મોટો નવો ખરચ થાય છે, અને કેટલેક ઠેકાણે તો આવી રીતે મોટો ખરચ કરી ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવીંગ લેવા છતાં પાવરના ખરચમાં કાંઇબી ઉગાળો નહી થયલો જણાવવામાં આવે છે; જ્યારે કેટલીક મીલો તો ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવીંગ લીધા પછી પાવરનો ખરચ વધેલો હોવાની ફર્યાદ કરે છે.

જાહેર ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપની પાસેથી વિજળી ખરીદી વાપરવાથી લાંબી ત્રાન્સમીશન લાઇન વગેરેને લીધે કેટલેક ઠેકાણે મોંઘી પડે છે. જો મોટા જથ્થામાં પાવર જોઇતા હોય તો પોતાનું પાવર હાઉસ બાંધીને તેની મારફતે વિજળી ઉત્પન્ન કરી ચલાવવાનું સસ્તું પડે, જે એવાં પાવર હાઉસમાં ખપતાં બળતણની જાત અને કીમ્મત ઉપર આધાર રાખે છે. જે કારખાનું દિવસના થોડા કલાક ચાલે અને જેમાં લોડ ઓછો વધતો થયા કરે તેને પબ્લીક કંપનીમાંથી ઇલેકટ્રીક પાવર પૂરો પાડવાનો ઘણો આકરો ભાવ માંગવામાં આવે છે; પણ જે કારખાનું દિવસના ઘણાં કલાકો સુધી ફુલ લોડે કામ કરતું હોય તેને સસ્તે ભાવે વિજળી મળી શકે છે. આજ કાલ ડીઝલ ઓઇલ એનજીન મદદથી પટા કે દોરડાં વડે કારખાનું ચલાવવાનો ખરચ કોઇ જાહેર ઇલેકટ્રીક સપલાઇ કંપનીની વિજળીની મદદથી કારખાનું ચલાવવાના ખરચ કરતાં વધારે થતો નથી—એટલે ખરચની બાબદમાં એવી મિકેનિકલ ડ્રાઇવીંગ ઇલેકટ્રીક કરતાં સસ્તી પડે છે; પરંતુ ઉપર કહ્યું તેમ ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવીંગમાં જે જે સગવડો મળે છે તે ધ્યાનમાં લેતાં કેટલાકો ઇલેકટ્રીકલ ડ્રાઇવીંગ પસંદ કરે છે, પણ તેથી ખરચ વધુ થવા જાય છે.

જ્યારે ઇલેકટ્રીકલ પાવર કોઇ કંપનીમાંથી તૈયાર મળી શકે છે ત્યારે કોલસો ભરવાનાં મોટાં ગોડાઉનો, પાણીના મોટા તળાવો, ઉંચી ચીમની અને મોટાં એનજીન તથા બૉઇલર હાઉસો બાંધવાના ખરચ બચી જાય છે. ૫૦૦ હોર્સ પાવરનો એક ઇલેકટ્રીક મોટર જેટલી જગા રોકે તે કરતાં ૪ ગણી વધારે જગા એક તેટલાજ હૉર્સ પાવરનાં ઉભાં ઑઇલ એનજીન માટે જોઇએ છે, અને તે કરતાં ૮ ગણી જગા એક તેટલાજ હૉર્સ પાવરનાં આડાં સ્ટીમ એનજીન માટે જોઇએ છે, જે ઉપરાંત બૉઇલર હાઉસ, તળાવ, ચીમની વગેરે માટે જોઇતી જગ્યા જૂદી હોય છે.

ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવીંગની ગોઠવણ બે રીતે થઇ શકે છે: એકને ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગ અને બીજીને ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગ કહે છે.

ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગ (Group Driving)માં કારખાનાં માંહેલાં મશીનોના ચોક્કસ જથાને અથવા ખાતાંને એક એક શાફ્ટીંગ મારફતે

ચલાવવમાં આવે છે, જે દરેક શાફ્ટીંગ ઉપર એક એક જુદો મોટર મૂકેલો હોય છે. એમાં શાફ્ટીંગ, પુલીઓ અને પટાની અડચણ અને જંજાળ હમેશ મુજબની રહે છે; પણ ફાયદો એ છે કે નાના કરતાં મોટા મોટરોની ઇફીશીઅન્સી વધારે હોવાથી તેઓ કરન્ટ ઓછો ખાય છે, જો કે શાફ્ટીંગની બેરીંગો અને પટામાં થતાં ફ્રીકશન વગેરેમાં પાવર ખરચાઇને મિકેનિકલ પાવર ત્રાન્સમીશન સાથે સરખાવતાં એમાં ઝાઝી કરકસર દેખાતી નથી. જૂનાં કારખાનાઓમાં જ્યાં શાફ્ટીંગોની ગોઠવણ મોજુદ હોય અને જ્યાં દરેક મશીન સાથે છૂટા છૂટા મોટર ગોઠવી શકાતા નહી હોય ત્યાં આવી ગોઠવણ કરવામાં આવે છે. દરેક શાફ્ટીંગ ઉપર એક એક મોટર ગોઠવીને ચલાવવાની ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગની ગોઠવણ એન્જીનનાં ફ્લાઇવ્હીલ ઉપરથી રસા કે પટાની મદદથી આખું કારખાનું ચલાવવાની ગોઠવણ કરતાં ઘણી ચહડયાતી અને સગવડ ભરેલી હોય છે, કારણ કે કોઇ વેળા જો કારખાનાનાં કોઇ ખાતાં ઓવર ટાઇમ અથવા રાતપાળીથી ચલાવવાં પડે તો તેમ ઘણી સહેલાઇથી કરી શકાય છે, અને થોડાક મશીનો ચલાવવા માટે મોટું એન્જીન અને આખાં કારખાનાંની શાફ્ટીંગ અને ગીઅરીંગ ચલાવવી પડતી નથી. ઘણે ઠેકાણે એકજ મોટા મોટર ઉપરથી બે કે વધુ લાઇન શાફ્ટો પણ ચલાવી શકાય છે, અને ટુંકી અને અગવડ ભરેલી જગ્યામાં સ્ટીલની ચેન (chain)ની મદદથી પણ મોટર ઉપરથી શાફ્ટીંગ ચલાવી શકાય છે. ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગમાં વપરાતા મોટરોના સ્ટારટીંગ ટોર્ક ખાસ વધારે રાખવામાં આવે છે, કારણ કે એક શાફ્ટીંગ ઉપરથી પટા મારફતે બધાં મશીનો ચાલુ કરતી વખતે તેનો મોટર પુશકળ કરન્ટ માંગે છે. ઠંડીના દિવસોમાં અને રજા પછીના દિવસે કારખાનું ચાલુ કરતી વખતે આવી મુશકેલી માલમ પડી આવે છે. સારી જાતના અને ખાસ ટેક્ષટાઇલ મીલો માટે બનાવેલા મોટરોમાં મોટા સ્ટારટીંગ તોર્કને પૂગી વળવાની ખાસ ગોઠવણ રાખેલી હોય છે. કૉટન મીલોમાં બનતાં સુધી ૫૦ હૉર્સ પાવરથી ઓછો પાવર ખાનારાં મશીનોનો ગ્રુપ કરવામાં આવતો નથી.

ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગ (Individual Driving)—એમાં દરેક મશીન સાથે છૂટા છૂટા મોટરો જોડવામાં આવે છે, જેથી શાફ્ટીંગ, પુલીઓ અને પટાની કડાકુટ નીકળી જાય છે. એ ગોઠવણ

શુરૂઆતના ખરચમાં ઘણી મોંઘી પડે છે, અને મોટરો જગ્યા પણ વધુ રોકે છે, જો કે ઘણાંક મશીનોમાં મોટરો તેઓને મથાળે પણ મૂકી શકાતા હોવાથી હવે જગ્યાનો સવાલ ઝાઝો રહેતો નથી. ઉભા પટાની અડચણ નિકળી જવાથી બારી કે બારણાંમાંથી આવતી રોશની એક-સરખી પથરાઇને પડે છે, અને માલની જાત પ્રમાણે ચોકકસ મશી-નોની ઝડપ જોઇએ ત્યારે વધારી કે ઘટાડી શકાય છે. આથી કાપડ વણવાની લુમો દરેક છૂટા મોટરોથી ચલાવવાનું પસંદ કરવામાં આવે છે, અને ઘણાંક કારખાનાંઓમાં જોઇતી સગવડ પ્રમાણે કોઇ ખાતાં ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગથી અને કોઇ ખાતાં ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગથી ચલા-વવામાં આવે છે. પણ નાના મોટરોની ઇફીશીઅન્સી મોટા મોટરોની ઇફીશીઅન્સી કરતાં ઓછી હોવાથી એવી ગોઠવણમાં પાવર વધુ ખપે છે અને ખરચ વધુ આવે છે. એવી ગોઠવણની ખાસ સગવડ એ હોય છે કે દરેક મશીનને અનુસરતો મોટર મેળવીને તેને જોડી શકાય છે, અને એક મશીન બંધ રહેવાથી તેની આજુબાજુનાં બીજાં મશીનોને કશી અડચણ થતી નથી; વળી શાફ્ટીંગની બેરીંગોમાંથી ઉતરતાં તેલના છંટકાવ કે રેળા પણ નહી હોવાથી કારખાનાંમાં સ્વચ્છતા ઘણી જળવાઇ રહે છે. તો પણ આવી ગોઠવણ ચાલુ ખરચ તેમજ શુરૂઆતના ખરચમાં ઘણી મોંઘી પડવાથી તે ઘણી વપરાતી નથી. ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગ માટે જો કોઇ નવી મીલ ખાસ ડીઝાઇન કરી બાંધવામાં આવે તો તેમાં શાફ્ટીંગ અને પટા તેમજ રોપઆલીની જરૂર નહી હોવાને લીધે ઇમારત કામના ખરચમાં કેટલોક ઉગાળો કરી શકાય. તે છતાં કોઇ પણ કૉટન મીલોમાં બધાં જ મશીનો ઇન્ડીવી-ડયુઅલ ડ્રાઇવીંગથી ચલાવાનું કામ ભારે ખરચનું થઇ પડે, તેથી મીલોમાં ગ્રુપ તેમજ ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવ બન્નેનો સંભાળપૂર્વક ભેગો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ઇલેકટ્રીકલ પાવર (Electrical Power)—વોલ્ટ અને એમ્પીઅરનો ગુણાકાર કરવાથી જે આવે તેને ઇલેકટ્રીકલ પાવર અથવા વૉટ કહે છે (જુવો પાનાં ૧૦-૧૧). એક કીલો વૉટ ૧.૩૪ ઇલેકટ્રીકલ હૉર્સ પાવરની બરાબર હોય છે. ૭૪૬ વૉટનો એક ઇલેકટ્રીકલ હૉર્સ પાવર થાય છે. એટલે જો એક મોટર ૧૦૦ વોલ્ટ અને ૫૦

એમ્પીઅર ખપાવતો હોય તો ૧૦૦×૫૦=૫૦૦૦ વાટ થયા અને ૫૦૦૦÷૭૪૬=૬.૭ ઇલેકટ્રીકલ હૉર્સ પાવર થયા. હવે જો એ મોટરની મિકેનિકલ ઇફીસીઅન્સી સેંકડે ૯૦ ટકાની હોય તો તે પોતાનાં ફ્રીકશનમાં ૧૦ ટકા અથવા .૬૭ હૉર્સ પાવર ખાસે, માટે તે ૬.૭–.૬૭=૬.૦૩ બ્રેક હૉર્સ પાવર ઉત્પન્ન કરી આપશે. એક બીજો દાખલો લઇએ;

દાખલો—૩૦૦ હૉર્સ પાવર ખાનારી મશીનરી ચલાવનારૂં કારખાનું ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવથી ચલાવવું છે, માટે સ્ટીમ એનજીન કેટલા ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવરનું તેના જેનરેટર તથા મોટર ચલાવવા માટે લેવું ?

મશીનરી	૩૦૦	હૉ. પા.
શાફ્ટીંગ, પટા, પુલી વગેરે (૧૫ ટકા)...	૪૫	,,
૩૪૫ બ્રે. હૉ. પા. નો મોટર (૬ ટકા)	૨૦. ૭	,,
૩૬૫ બ્રે. હૉ. પા. ખાનારો ૨૭૨ કીલો વૉટનો ડાઇનેમો (૬ ટકા)	૨૧. ૯	,,
૩૮૭ બ્રે. હૉ. પા. નું વરટીકલ હાઇ સ્પીડ એનજીન (૧૦ ટકા)	૩૮. ૭	,,
એનજીનના ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવર.	૪૨૬. ૩	

એ મુજબ ૩૦૦ હૉર્સ પાવરની મશીનરી ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવથી ચલાવવા માટે ૪૨૬ હૉર્સ પાવરનું એનજીન જોઇશે. એમાં કેબલ તાર વગેરેમાં વ્યર્થ જતો થોડોક પાવર ઉમેરતાં ૪૩૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવરનું એનજીન જોઇશે.

ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવમાં વ્યર્થ જતો પાવર (Power lost in Electric Drive)–મોટી સાઇઝના ૫૦ થી ૨૦૦ હૉર્સ પાવરના ઇલેકટ્રીક ડાઇનેમો અને મોટરની મિકેનિકલ ઇફીશીઅન્સી ૯૨ થી ૯૪ ટકા હોય છે; એટલે એ મશીનો પોતાના ફ્રીકશનમાં સેંકડે ૮ થી ૬ ટકા પાવર ખાય છે. જો એક ડાઇનેમો હાઇ સ્પીડ સ્ટીમ એનજીનની ક્રેન્ક શાફ્ટ સાથ પાધરો જોડયો હોય તો ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવમાં વ્યર્થ જતો પાવર એનજીનમાં ૧૦ ટકા, ડાઇનેમોમાં ૬ ટકા મોટરમાં ૬ ટકા અને કેબલ (તાર) માં ૧ ટકો મળીને લગભગ સેંકડે

૨૩ ટકા થવા જાય છે. જો શાફ્ટીંગ પુલી અને પટાની મદદથી ડાઇનેમો ચાલતો હોય તો એમાં બીજા ૧૦ ટકા ઉમેરતાં કુલ વ્યર્થ જતો પાવર લગભગ ૩૩ ટકા થવા જાય. નાની સાઇઝના ડાઇનેમો અને મોટરો (૧ થી ૨૦ બ્રેક હૅર્સ પાવર) ની ઇફીશીઅન્સી ૭૫ થી ૮૫ ટકા હોય છે. (જુવો પાનું-૨૨૦).

બાહેરથી લીધેલા ઇલેકટ્રીક પાવર સાથે મોટી મીલોમાં ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવમાં વ્યર્થ જતો પાવર આસરે ૨૦ ટકાથી ઓછો હોતો નથી. જ્યારે કોઇ મીલ પોતાનું ઇલેકટ્રીકલ પાવર હાઉસ બાંધી ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવની ગોઠવણ કરે છે ત્યારે એ વ્યર્થ જતો પાવર વધીને લગભગ ૨૫-૩૦ ટકા થઇ જાય એ બનવા જોગ છે.

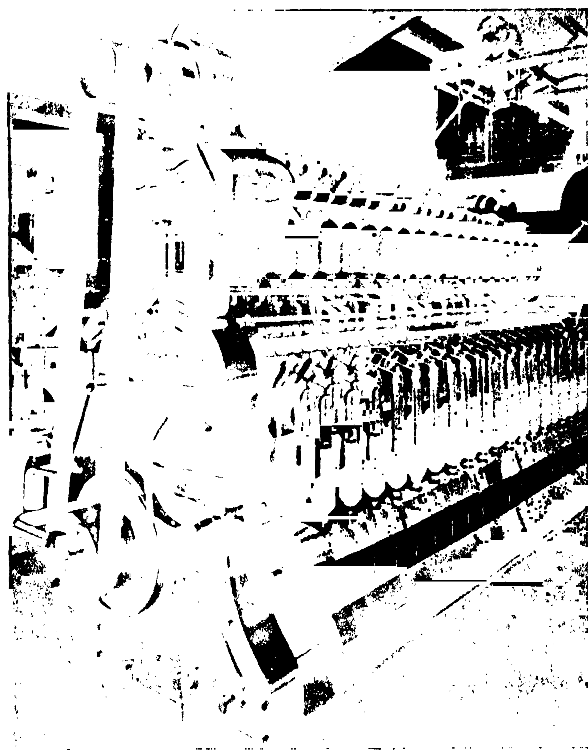
એક કૉટન મીલને ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવથી ચલાવવા માટે હાલમાં કેવી ગોઠવણ કરવામાં આવે છે તે નીચે આપ્યું છે. અલબતાં એ સુચનાઓ નવી બંધાતી મીલો માટે છે, કારણ કે જૂની મીલોમાં તો મોજૂદ હાલતને અનુસરીને બધી ગોઠવણ કરી લેવી પડે છે.

બ્લો રૂમ (Blow Room)—આ ખાતાંમાં ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવની ગોઠવણ રાખવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે. જેથી દરેક મશીન સાથે જૂદો મોટર તેને ચલાવવા માટે રાખવામાં આવે છે. સ્કચર (scutcher) મશીનની બીટર શાફ્ટ સાથે ઘણે ઠેકાણે એક મોટર પાધરો (direct) જોડવામાં આવે છે, કારણ કે એ શાફ્ટ ઘણી હાઇ સ્પીડે ચાલે છે. નહી તો મોટર ઉપરથી લીધેલા પટાથી પણ એ ચાલી શકે છે. એ માટે ૫ થી ૭ હૉર્સ પાવરનો સ્કવીરલ કેજ મોટર જોઇએ છે.

કાર્ડસ (Cards)—કાર્ડસ હમેશા નિયમીત ઝડપે ચાલતા હોવાથી એ મશીનોને ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગથી ચલાવવામાં સારી સગવડ મળે છે. કોઇ ઠેકાણે ૧ થી ૧½ હૉર્સ પાવરનો મોટર એ મશીન સાથે જોડીને ગીઅર અથવા ચેનથી કાર્ડો ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગથી ચલાવવામાં આવે છે, જેમાં જો મોટરને ઉલટી ચાલે ચલાવનારી એક ખાસ સ્વીચ રાખી હોય તો કાર્ડની ગ્રાઇન્ડીંગ (grinding) તેમજ સ્ટ્રીપીંગ (stripping) કરવાની સગવડ મળે છે.

ડ્રાઈંગ ફ્રેમ્સ (Drawing Frames)—આ મશીનો અવાર નવાર બંધ ચાલુ થતાં હોવાથી એઓને ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગથી ચલાવવાની જરૂર પડે છે. ઘણી વખતે લગભગ અરધો અરધ ડ્રાઇંગ ફ્રેમો તૂટેલી પૂણીઓ સાંધવા માટે બંધ પડેલી નજરે પડે છે. એ માટે ૨ થી ૩ હૉર્સ પાવરનો મોટર વપરાય છે. પણ એ મશીનની ઝડપ ઓછી હોવાથી તે પટા અથવા ચેનની મદદથી મોટર ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. વળી જ્યારે પૂણી તૂટી જાય ત્યારે મશીનને ચલાવનારો મોટર પોતાની મેળે બંધ થઇ જાય એવી ઇલેકટ્રીકલ ગોઠવણ પણ સેહલાઇથી થઇ શકે છે.

ફ્રેમ્સ (Frames)—સ્લબીંગ, ઇન્ટરમીડીએટ, અને રોવીંગ



ચિત્ર ના૦ ૧૨૫

કૉટન મીલની એક રોવીંગ ફ્રેમ સાથે જોડેલો મોટર.

ફ્રેમો ચલાવવા માટે ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગની ભલામણ કરવામાં આવે છે, કારણ કે એ મશીનો એક સરખી ઝડપે કાંઇપણ આચકા-વગર ચાલવાની જરૂર છે. એ માટેના મોટર મશીનની બાજુએ અથવા મશીનને છેડે મથાળે ચિત્ર નાં૦ ૧૨૫ માં બતાવ્યા મુજબ મૂકી શકાય છે. ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવીંગનો ખાસ ફાયદો આ ખાતાંમાં માલમ પડે છે, કારણ કે ખપતો ઇલેકટ્રીક પાવર વાપરનારાં ઘણાંજ સાયન્ટીફીક મીટરો ઉપરથી એ મશીનો જાડાં અથવા બારીક સુતરને લાયકની રોવીંગ પૂણીઓ તૈયાર કરતાં કેટલો પાવર ખાય છે તે નીચે પ્રમાણે માપી શકાયું છેઃ—

જાત	મીનીટે રેવોલ્યુશન્સ	દરેક હૉર્સ પાવરે સ્પીન્ડલ
જાડું	૬૫૦	૪૦
મધ્યમ	૭૫૦	૫૦
બારીક	૧૦૦૦	૬૦
ઘણું બારીક	૧૨૦૦	૮૦

રીંગ ફ્રેમ્સ (Ring Frames) આ મશીનોનો કામ કરવાનો આધાર સુતર કાંટતી વખતે સુતર ઉપર આવતાં ખેંચાણ (strain) ને ચાલુમાં એકજ સરખું રાખવા ઉપર હોય છે. બૉબીન અથવા કાટલાં ઉપર સુતર વિંટાળતી વખતે જેમ જેમ બૉબીન ભરાઇને તેની ડાયામેટર વધતી જાય તેમ તેમ સુતર ઉપર વધારે ખેંચાણ આવતું જાય છે. એ અને બીજી કેટલીક બાબદોને લીધે એ મશીનની ચાલ જો થતાં કામનાં પ્રમાણમાં ઓછી વધતી થયા કરે તેવી ગોઠવણ રાખી હોય તો એ મશીનોમાંથી કામ ઘણું ઉમદા નિપજે છે એમ પુરવાર કરવામાં આવ્યું છે. એટલા માટે એમાં ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગ રાખી દરેક ફ્રેમ ઉપર એક એક જૂદો મોટર જોડેલો હોય છે. એ મોટરની ચાલ ઓછી વધતી પોતાની મેળે થઇ શકે તેવો વેરીએબલ (variable) સ્પીડનો કૉમ્યુટેટીંગ સીંગલ ફેઝનો હોય છે, જેનાં બ્રશ કોમ્યુટેટર ઉપર જ્યાં જોઇએ ત્યાં ફેરવીને ગોઠવી શકાય છે. રીંગની રેલ સાથે એ મોટરનાં બ્રશ ફેરવવાનું કનેકશન કરેલું હોવાથી ઉપર નીચે થતી એ રીંગ રેલથી એ કામ પોતાની મેળે થતું રહે છે, જેથી તીન રોલરની શાફટીંગની ચાલમાં જોઇએ

તેટલેા ફરક પડવા છતાં સુતર ઉપર પડતું ખેંચાણુ તદ્દન એક સરખું રહે છે, આથી માલ સારો ઉતરવા ઉપરાંત વધારે પણ ઉતરે છે.

વેરીએબલ સ્પીડ મેાટરની ઉપર જણાવેલી ગેાઠવણ ઘણી ખરચાળુ હેાવાથી ઘણીજ ઉંચી જાતનું સુતર ઉત્પન્ન કરવાનાં કામ સિવાય ઝાઝી વપરાતી નથી; પણ તેને બદલે ૯૫૦ થી ૧૪૫૦ રેવેાલ્યુશન્સના અને ૫ થી ૭½ હૉર્સ પાવરના ઇન્ડીવીડયુઅલ મેાટર વપરાય છે, જે તીનરેાલર શાફ્ટ સાથે ગીઅર અથવા ચેનથી જોડવામાં આવે છે. કેટલીક વખતે મશીન અને મેાટર વચ્ચે સેન્ટ્રીફ્યુગલ ફ્રીકશન ક્લચ પણ રાખવામાં આવે છે (જુવેા પાનું-૨૫૧.) વળી ફુલ લેાડ અને નેાલેાડ વખતની મેાટરની સ્પીડમાં આસરે ૩ ટકા અને પેાણેા લેાડ અને નેાલેાડ વખતે એક ટકાથી વધુ ફરક નહી પડે તેવા મેાટર એ કામ માટે પસંદ કરવામાં આવે છે. જૂની મીલેામાં દરેક રીંગ ફ્રેમને જૂદેા મેાટર જો નહી લગાડી શકાય તેા બે અથવા ચાર ફ્રેમ વચ્ચે એક એક મેાટેા મેાટર રાખી શકાય છે, પણ એમાં નજદીકની ફ્રેમના ટુંકા પટા અને દૂરની ફ્રેમના લાંબા પટાને લીધે ફ્રેમની ચાલમાં ઘણેા ફરક પડયા કરે છે. તેટલા માટે હવે જૂની મીલેામાં રીંગ ફ્રેમેાને ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગમાં ૧૦૦ અથવા વધુ હૉર્સ પાવરના મેાટરેાથી ચલાવવાનું પસંદ કરવામાં આવે છે.

મ્યુલ્સ (Mules)—આ મશીનેા ઘડીકમાં પુષ્કળ પાવર ખાય છે, અને ઘડીકમાં અટકી જાય છે, તેથી એને ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવથી ચલાવી શકાતાં નથી. એ માટે ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગ ઠીક થઇ પડે છે. મ્યુલ સ્પીનીંગનાં ખાતાંમાં કેાઇ વાર એવું પણ બને છે કે બધાં મશીનેા સામટાં અટકી પડે છે, અથવા તેા સામટાં બધાં મેક્ષીમમ પાવર માંગે છે, જેથી એવાં મશીનેા ચલાવનારા મેાટરેાના પાવરમાં ઘટતી છૂટ રાખવાની અગત્ય છે, અને વળી એવા મેાટરેા ઉપર ફ્લાઇ વ્હીલેા પણ રાખવામાં આવે છે કે જેથી મેાટરેા ઉપર આચકા આવે નહીં.

લુમ્સ (Looms)—કાપડ વણવાની સાલેા અથવા લુમ ચલાવવા માટે ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવીંગ ઘણુંજ બંધબેસ્તું થઇ પડે છે. આથી પટાએા નીકળી જવાથી વીવીંગ ખાતાંમાં એકસરખી રેાશની પડવા ઉપરાંત, મથાળે શાફ્ટીંગેા નહી હેાવાથી તેલના ટીંપા કે છંટકાવ

ઉડતો નથી, તેથી વણાતું કાપડ બિગડવાનો સંભવ રહેતો નથી. એ માટે લુમનાં કદને અનુસરીને ½ થી ૧ હૉર્સ પાવરના મોટર વપરાય છે. એક બંધ લુમને ચાલુ કરતાં તે ઘણો તોર્ક માંગે છે, તેથી લુમના મોટરો ફુલ લોડ તોર્ક કરતાં બમણો કે ત્રણ ગણો તોર્ક લુમને સ્ટાર્ટ કરતી વખતે આપી શકે તેવા મોટર પસંદ કરવામાં આવે છે. કેટલેક ઠેકાણે આવા મોટા સ્ટારટીંગ તોર્કવાળા મોટરને બદલે નાના મોટર રાખી લુમ અને મોટર વચ્ચે કલચની ગોઠવણ રાખવામાં આવે છે, જેથી લુમ બંધ કરવા માટે મોટર બંધ કરવો પડતો નથી, પણ ચાલુજ રહે છે.

લુમની ઈન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવમાં ગ્રુપ ડાઇવીંગના થાપણના ખરચ કરતાં ૨૫ તી ૩૦ ટકા વધુ ખરચ થાય છે, પણ ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવથી ચાલતી લુમો ૮ થી ૧૦ ટકા વધુ માલ કાહડી આપતી જણાવવામાં આવે છે, અને તેમાં ૧૦ થી ૧૨ ટકા ઓછા તાર તૂટતા જણાવવામાં આવે છે, તે ઉપરાંત બીજા ફાયદાઓ ઉપર વર્ણવ્યા છે. તે છતાં જૂની મીલોમાં આસરે ૨૫-૩૦ હૉર્સ પાવરના મોટર દરેક લુમ લાઇન શાફ્ટ ઉપર જોડીને ગ્રુપ ડ્રાઇવીંગથી પણ ચલાવવામાં આવે છે.

ડાઈંગ, બ્લીચીંગ, ફીનીશીંગ (Dyeing, Bleaching, Finishing) વગેરે ખાતાંઓનાં મશીનો સગવડ પ્રમાણે ઇન્ડીવીડયુઅલ અથવા ગ્રપ ડાઇવીંગથી ચલાવી શકાય છે.

બૉમ્બે ઇલેક્ટ્રીક સપલાઇ અને ટ્રામવે કંપની

(Bombay Electric Supply and Tramways Co.) ના બત્તી, પંખા, અને પાવર માટેના ભાવ નીચે આપ્યા છે:—

લાઇટ, પંખા અને પાંચ બ્રેક હૉર્સ પાવરથી ઓછો પાવર ખાનારાં ખાતાં માટેના ભાવ:-

૧. દુકાણ આફીસ, કલબ, હૉટેલ, થીએટર વગેરે માટે એક યુનિટના સાડા ચાર આના. એ ભાવમાંથી દર મહીને વપરાયલા દર ૨૫૦ યુનિટ દીઠ દર સેંકડે એક ટકો વળતર અથવા ડીસ્કાઉન્ટ કાપી આપવામાં આવે છે, પણ એ ડીસકાઉન્ટ ફુલે ૩૫ ટકાથી વધુ આપવામાં આવતું નથી.

૨. રેહવાનાં મકાનો, ધાર્મીક અને કેળવણી ખાતાંઓ માટેનો ભાવ યુનિટ દીઠ ચાર આના. ડીસ્કાઉન્ટ નહી.

૩. હૉસપીટલો માટે ભાવ ૩.૧૫ આના યુનિટ દીઠ અને ડીસ્કાઉન્ટ વગેરે વળતર ના૦ ૧ મુજબ.

૪, સીનેમા, થીએટર વગેરે માટે જો ખાસ એગ્રીમેન્ટ કીધું હોય તો યુનિટ દીઠ બે આના. ડીસ્કાઉન્ટ નહી.

૫. સ્ટોરેજ બેટેરી ચાર્જ કરવા માટે ભાવ યુનિટ દીઠ બે આના. ડીસ્કાઉન્ટ નહી.

૬. રોશની વાળી જાહેર ખબર માટે દર મહીને ઓછીમાં ઓછી ૧૦૦ યુનિટ ખપવી જોઇએ. ભાવ ત્રણ આના. ડીસ્કાઉન્ટ ના૦ ૧ મુજબ.

૭. દુકાણની બારીઓ અને શો રૂમોમાં રાત્રે રોશની કરવા માટે ૧૦ ફુટ–કેન્ડલથી ઓછી રોશની નહી હોય તેવી દર મહીને ઓછામા ઓછી ૨૫૦ યુનિટ ખપાવતી રોશની માટે ત્રણ આના. ડીસ્કાઉન્ટ ના૦ ૧ મુજબ.

૮. મકાનોમાં રાંધવા, ગરમ કરવા, ઇસ્ત્રી કરવા અથવા ઠંડું (refrigeration) કરવા માટે ભાવ એક આનો. ડીસ્કાઉન્ટ નહી.

૯. લીફ્ટ માટે ભાવ ચાર આના. ડીસ્કાઉન્ટ નહીં.

૧૦. પમ્પ ચલાવનારા ૫ હૉર્સપાવરથી વધુ પાવરના મોટરો માટે ખાસ ભાવ. મેક્ષીમમ ડીમાન્ડના દર કીલો વૉટ (યુનિટ) દીઠ માસીક ચાલુ લવાજમ રૂ. ૮ લેવા ઉપરાંત ખપેલા યુનિટ દીઠ ½ આના (૮ પાઇ), અને ખપેલા યુનીટ દીઠ ભાવ નીચે પ્રમાણે:

આફીસો માટે મેક્ષીમમ ૪.૫ આના, મીનીમમ ૨.૫ આના.

મકાનો માટે „ ૪ આના, „ ૨ „

૧૧. કારખાનાઓ માટે ૫ થી ૧૦ બ્રેક હૉર્સ પાવરના મોટર માટે ભાવ બે આના. ડીસ્કાઉન્ટ નહી.

૧૨. દશ બ્રેક હૉર્સ પાવર અથવા વધુ પાવરના મોટરોવાલાં કારખાનાં જેઓ દર વર્ષે બે લાખ યુનિટ અથવા ઓછા વાપરે તો મેક્ષીમમ દીમાન્ડના દર કીલો વૉટ દીઠ માસીક લવાજમ રૂ. ૮ ઉપરાંત ખપેલા યુનિટ દીઠ ½ આના. મેક્ષીમમ યુનિટ દીઠ ૧.૫ આનો, મીનીમમ યુનિટ દીઠ .૮૪ આનો. કારખાનાઓમાં ગરમ કરવા માટે વપરાતા યુનિટનો પણ એજ ભાવ.

૧૩. દર વર્ષે બે લાખ યુનિટથી વધુ વાપરનારાં કારખાનાંઓ માટે ઉપર કરતાં પણ વધુ કિફાયત ખાસ ભાવ આપવામાં આવે છે.

નોંધ—જો કોઇ ઠેકાણે ત્રણ મહીનાની મુદત દરમિઆન ૩૩ થી ઓછા યુનિટ વપરાયા હોય તો પાંચ આનાનો ભાવ લેવામાં આવે છે. જો ત્રણ મહીનામાં ૩૩ થી ૩૯ યુનિટ વપરાયા હોય તો તે ત્રણ મહીના માટે રૂ. ૧૦ લેવામાં આવે છે.

બૉમ્બે ઇલેકટ્રીક સપલાઇ એન્ડ ટ્રામ્વે કંપનીની પાવર સપલાઇની ગોઠવણ નીચે મુજબ હોય છે.

૧. થ્રી વાયર ડાયરેકટ કરન્ટ સીસટમ, બાહેરના બે તારોમાંથી આપતાં ૪૬૦ વોલ્ટ, અથવા એક બાહેરના અને એક વચલા તારમાં આપતાં ૨૩૦ વોલ્ટ (કોટમાં અને તેની આસપાસ.)

૨. થ્રી ફેઝ ફોર વાયર ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ સીસટમ, ૫૦ સાઇકલ, ૪૦૦ વોલ્ટ ફેઝીસ વચ્ચે, અથવા ૨૩૦ વોલ્ટ ફેઝ અને ન્યુત્રલ વાયર વચ્ચે (બેલાર્ડ એસ્ટેટ અને શહેરના બીજા ભાગોમાં.)

ઇલેકટ્રીક પાવરનો ખરચ (Cost of Electric Power)—નાના ઇલેકટ્રીક મોટરોની ઇફીશીઅન્સી ૭૫ ટકાની ગણતાં જો એવો એક મોટર ૧ કીલો વૉટ કરન્ટ ખાય તો તેની પુલીમાંથી એક બ્રેક હૉર્સ પાવર મળી શકે. ૮૫ ટકાની ઇફીશી અન્સીવાળા મોટા મોટરને એક કીલો વૉટ કરન્ટ આપતાં તેના પુલી-માંથી ૧.૧૩ બ્રેક હૉર્સ પાવર મળી શકે છે. એક મોટા મોટર કરતાં તેટલાજ સામટા હૉર્સ પાવરના નાના નાના મોટરો વધુ પાવર ખાય છે. સાધારણ રીતે એક કીલો વૉટ કરન્ટ આસરે ૧$\frac{1}{4}$ બ્રેક હૉર્સ પાવર અથવા સ્ટીમ એન્જીનના લગભગ ૧$\frac{1}{2}$ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવ-રની બરાબર ગણવામાં આવે છે. એ ગણતરી પ્રમાણે ૧૦૦૦ બ્રેક હૉર્સ પાવરનું (આસરે ૧૧૫૦ ઇન્ડીકેટેડ હૉર્સ પાવરનું) એક સ્ટીમ એન્જીન જે પાવર આપી શકે તે દર કલાકે ૮૦૦ કીલો વૉટ કરન્ટ આપતાં મળી શકે.

મુંબઇમાં આસરે ૩૨૦૦૦ સ્પીન્ડલ અને ૧૦૦૦ લુમની મીલ ડાઇંગ, બ્લીચીંગ ડીપાર્ટમેન્ટ સાથે ચલાવતાં એવરેજ ૧૬૦૦ ઇન્ડી-કેટેડ હૉર્સ પાવર ખાય છે, જે આસરે ૧૩૬૦ બ્રેક હૉર્સ પાવરની બરાબર થાય છે. એવી એક મીલને ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવ આપવાથી તે

સરેરાસ ૧૧૦૦ કીલોવૅાટ પાવર માંગે છે. સલામતી માટે એવી મીલમાં ૧૨૦૦ કીલો વૅાટનો મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ થાય એવો અડસટો કરવામાં આવે છે, અને કામ પડતાં ફુલ લોડે પાવરની જો એટલી બધી માંગણી કદાચ આવી પડે તો તે કાંઇબી હરકત વગર ચલાવી શકાય તે કારણ થકી ઇલેકટ્રીકલ મશીનરી વધારેમાં વધારે ૧૨૦૦ કીલોવૅાટની માંગણીને પૂગી વળી શકે તેવી ગણતરીને આધારે ગોઠવવામાં આવે છે. ઇલેકટ્રીક કરન્ટનો ખરચ ગણવા માટે અમુક મહીને ખરેખરો જેટલા કીલોવૅાટનો મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ આવી પડયો હોય તે ગણતરીમાં લેવામાં આવે છે.

લોડ ફેકટર (Load Factor)—મુંબાઇની મીલોનો એવરેજ લોડ ફેકટર આસરે ૮૫ ટકા હોય છે. ઘણા સારા કારોબારવાળી મીલોમાં જ્યાં સારી જાતનો રૂ વાપરવામાં આવતો હોય ત્યાં એ લોડ ફેકટર ૯૦ ટકા થાય છે. (જુવો પાનું-૩૦૩).

તાતા હાઇડ્રો-ઇલેકટ્રીક પાવર (Tata Hydro Electric Power)-મેસર્સ તાતા સન્સની જુદી જુદી હાઇડ્રો-ઇલેકટ્રીક કંપનીઓ હવે સાથે જોડાઇ જઇને કામ કરે છે, અને મુંબાઇની મીલો અને બીજાં મોટાં કારખાનાંઓમાં ઇલેકટ્રીકલ પાવર આપવાનો ભાવ નીચે મુજબ રાખવામાં આવ્યો છે. દર વર્ષે ૫૦૦૦૦૦ અથવા તેથી વધુ યુનીટ ઇલેકટ્રીસિટી વાપરનારાં કારખાનાંઓને જ એ ભાવ લાગુ પડે છે:—

મેક્ષીમમ ડીમાન્ડનો બાંધેલો ભાવ દર કીલો વૅાટ દીઠ દર મહીને રૂ. ૩-૮-૦ લેવામાં આવે છે. એમાં ૧૧૫૦ કીલો વૅાટ સુધીના મેક્ષીમમ ડીમાન્ડના દર કીલો વૅાટ દીઠ ૩૫ યુનિટ, અને ૧૧૫૦ થી વધુ કીલો વૅાટ માટે દર કીલો વૅાટ દીઠ ૭૦ યુનિટ સુધી કશું પણ વધુ દામ લેવામાં આવતું નથી. એ ઉપરાંત જેટલા વધુ યુનિટ ખરચાય તે માહેલા પહેલ્લા ૨૦૦૦૦૦ યુનિટ માટે દર માસે .૫ આનો યુનિટ દીઠ, અને એ બે લાખથી વધુ જેટલા યુનિટ ખપ્યા હોય તે દરેક યુનિટ દીઠ .૪ આનો વધુ લેવામાં આવે છે.

દાખલો-આસરે ૩૨૦૦૦ સ્પીન્ડલ અને ૧૦૦૦ લુમની એક મીલમાં ૧૨૦૦ કીલો વૉટનો મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ દર મહીને થાય તો ઇલેકટ્રીકલ પાવરનો માસીક ખરચ કેટલો આવે ?

દર માસે કામ કરવાના કલાક ૨૬૦. લોડ ફેકટર ૮૫ ટકા અથવા .૮૫.

૧૨૦૦×૨૬૦×.૮૫=૨૬૫૨૦૦ યુનિટ દર માસે ખપે.

૧૨૦૦×૩.૫=રૂ. ૪૨૦૦ ફીક્ષ્ડ ચાર્જ (બાંધેલો ભાવ).

આ રૂ. ૪૨૦૦ માં પેહલ્લા ૧૧૫૦ કીલો વૉટ સુધીનો પાવર દર કીલો વૉટે ૩૫ યુનિટ સુધી, અને બાકીના ૫૦ કીલો વૉટે ૭૦ યુનિટ સુધીનો પાવર નીચે પ્રમાણે આવી ગયો:-

૧૧૫૦×૩૫=૪૦૨૫૦ યુનિટ
૫૦×૭૦= ૩૫૦૦ ,,

જુમલે ૪૩૭૫૦ યુનિટ રૂ. ૩-૮-૦ ના ફીક્ષ ચાર્જમાં આવી ગયા.

૨૬૫૨૦૦-૪૩૭૫૦=૨૨૧૪૫૦ યુનિટ બાકી રહ્યા, માટે

૪૩૭૫૦ યુનિટ ફીક્ષ ચાર્જમાં ગયા, તેના	રૂ. ૪૨૦૦
૨૦૦૦૦૦ યુનિટ .૫ આના યુનિટ પ્રમાણે	રૂ. ૬૨૫૦
૨૧૪૫૦ યુનિટ બાકીના, .૪ આના યુનિટ પ્રમાણે	રૂ. ૫૩૬
૨૬૫૨૦૦ માસીક ખરચ જુમલે	રૂ. ૧૦૯૮૬

દેખરેખનો ખરચ (Cost of Supervision)—ઉપલા દાખલામાં ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવ ઉપરની દેખરેખ મરામત વગેરેનો ખરચ ગણ્યો નથી. જો મીલ કે કારખાનાવાળા પોતાને ખરચે મોટરો અને ટ્રાન્સફૉરમરો પોતાનાં કારખાનામાં મૂકીને પોતાને ખરચે તે ચલાવે તો તે મોટરો અને ટ્રાન્સફૉરમરોની થાપણનું વ્યાજ, ઘસારો, મરામત અને તે ઉપર દેખરેખ રાખવાનો ખરચ તેઓને પોતાને કરવો પડે. એ ખરચ કેટલો લાગે તે અત્રે જુદું ગણી કાઢવાનું મુશકેલ છે; પરંતુ જો હાઇડ્રો-ઇલેકટ્રીક કંપની પોતે પોતાના મોટરો, ટ્રાન્સફૉરમરો વગેરે ગોઠવી આપી તેઓ ઉપર દેખરેખ રાખવાનું અને મરામત કરવાનું કામ માથે લીએ તો તેઓ દર માસે ખપેલા

ઇલેક્ટ્રીક યુનિટ ઉપર દર યુનિટ દીઠ .૦૭૫ આનો વધારાનો ભાવ ગણે છે. ઉપલા દાખલામાં દર માસે ૨૬૫૨૦૦ યુનિટ ખપવાનો અડ-સટ્ટો કાઢવામાં આવ્યો છે, માટે (૨૬૫૨૦૦×.૦૭૫)÷૧૬= રૂ. ૧૨૪૩ થાય. માટે ઉપર આપેલા દાખલાના જુમલે ખરચ રૂ. ૧૦૯૮૬ માં રૂ. ૧૨૪૩ ઉમેરતાં જુમલે ખરચ રૂ. ૧૨૨૨૯ દર માસે થવા જાય છે. એ ઉપરાંત મીલમાં ખપતી પ્રોસેસ સ્ટીમનો ખરચ પાને-૩૦૬ માં આપવામાં આવ્યો છે.

લાઇટીંગનો ખરચ (Cost of Lighting)—મીલ અથવા કારખાનામાં ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ કરવા માટે પાવર માટે, વપરાતા યુનિટના વધારેમાં વધારે ૨૦ ટકા જેટલા અથવા ઓછા યુનિટ એવાં કામ માટે વાપરી શકાય છે, જેનો ભાવ યુનિટ દીઠ ૧ ૨૫ આનો લેવામાં આવે છે.

હાઇડ્રો ઇલેક્ટ્રીક પાવર—(Hydro Electric Power) મુંબાઇમાં તાતા હાઇડ્રો ઇલેક્ટ્રીક પાવર નીચલી સરતોએ પૂરો પાડવામાં આવે છે.

૧. મીલ અથવા કારખાનાનો પાવર ફેક્ટર સેંકડે ૮૦ ટકાથી ઓછો રહેવો નહી જોઇએ. એટલે કે ૧૦૦૦ હૉર્સ પાવર ખાતી મશીનરી હોય તો ઓછામાં ઓછા ૮૦૦ હૉર્સ પાવરે કારખાનું ચાલતું જ જોઇએ. ચાલુમાં ઘડી ઘડી મશીનો બંધ રહેવાથી મીલોનો પાવર ફેક્ટર ઘણો ઓછો થઇ જાય છે, જે સારી દેખરેખ અને કારોબારથી સુધારી શકાય છે.

૨. ૧૦૦ હૉર્સ પાવરથી વધુ પાવરના સ્કવીરલ કેજ મોટરો વાપરવા દેવામાં આવતા નથી. એવા મોટરોનો સ્ટારટીંગ કરન્ટ ફુલ લોડે ૨૦૦ ટકાથી વધુ થવો નહી જોઇએ.

૩. સ્લીપરીંગ મોટરો રીઝીસ્ટન્સ મારફતે સ્ટાર્ટ કરતી વખતે રીઝીસ્ટન્સના દરેક તબક્કે (step) ફુલ લોડે ખપતા કરન્ટ કરતાં ૧½ ગણા કરતાં વધુ કરન્ટ થવો નહી જોઇએ.

૪. ઇલેક્ટ્રીક લાઇટ માટેનો સરકીટ પાવર સરકીટથી તદન અલાહેદો રાખવો જોઇએ.

અનુક્રમણીકા

INDEX

અ

અકસમાત ૨૫૭
અરથીંગ ૪૬
આર્ક લૅમ્પ ૧૦૧–૧૧૧
આર્ક; ઑલટરનેટીંગ કરન્ટ ૧૦૨
આર્ક લૅમ્પ, સીરીઝમાં ૧૦૬
આર્ક લૅમ્પનો ખરચ ૮૫
આરમેચર ૧૫૮, ૧૭૭, ૧૭૮, ૨૦૪
આયર્ન કલેડ સ્વીચ ૧૧૪
ઇગ્નીશન, ગૅસ ૧૪૫
ઇન્સ્યુલેટરો ૨૫, ૨૬, ૨૭
ઇન્સ્યુલેશન ૨૭
ઇન્સ્યુલેટેડ વાયર ૨૯
ઇન્ટરનેશનલ કેન્ડલ ૭૧
ઇન્ડકશન ૧૩૯–૧૪૬
ઇન્ડકશન મોટર ૨૨૯–૨૩૭
ઇન્ડકશન કૉઇલ ૧૪૨–૧૪૪
ઇન્કેન્ડેસન્ટ લૅમ્પ ૮૬, ૯૧–૧૦૧
ઇન્ડીવીડયુઅલ ડ્રાઇવ ૩૧૧
ઇન્ટરપોલ ૧૭૯
ઇન્ટરમીડીએટ કન્ટ્રોલ ૫૫
ઉન્ડયુસ્ડ વોલ્ટેજ ૧૪૯
ઇફીસીઅન્સી ૨૨૦, ૨૩૨
ઇલ માછલી ૪
ઇલાજો ૨૫૮–૨૬૬
ઇલેકટ્રીસીટી ૧–૬
ઇલેકટ્રીક રીઝીસ્ટન્સ ૭
ઇલેકટ્રીક લાઇટ ૮૨–૮૭
ઇલેકટ્રીક મોટર ૧૭૪
ઇલેકટ્રીક રેલ્વે ૨૬૮
ઇલેકટ્રોલાઇટ ૨૬૯–૨૭૧
ઇલેકટ્રીક મીટર ૨૯૬
ઇલેકટ્રીક પાવર ૩૦૨–૩૨૩
ઇલેકટ્રીક ડ્રાઇવ ૩૦૩, ૩૦૮–૩૦૯
ઇલેકટ્રીક કંપની પાવર ૩૧૦
ઇલેકટ્રીક હૉર્સ પાવર ૧૧
ઇલેકટ્રો મોટીવ ફૉર્સ ૭
ઇલેકટ્રો મેગ્નેટ ૧૩૩–૧૩૮, ૧૪૦
ઇરેકશન ૧૮૬
ઉન ૪
ઉલટી ચાલ ૧૮૮
એકયુમ્યુલેટર ૧૭૨, ૨૬૬–૨૮૭
એકઝોસ્ટ ફેન ૮૯
એમ્પીઅર ૮
એડીસન–લેલેન્ડ સેલ ૨૩
એડીસન બેટરી ૨૮૪–૨૮૭
ઍરગૅપ ૨૧૮
એમમીટર ૨૯૭
એનરજી મીટર ૩૦૧
એસીતીલીન ગૅસ ૭૪
એ. સી. ડાઇનેમો ૧૫૬, ૧૮૨
ઑફીસ માટે રોશની ૭૯
ઑશરેમ લૅમ્પ ૯૭
ઑઇલ સ્વીચ ૧૧૫.

ઑઇલ એન્જીન ૩૦૭
ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ ૧૫૦–૧૬૨
ઑલ્ટરનેટર ૧૫૯
ઑલ્ટરનેટીંગ કરન્ટ પાવર ૨૧૦–૨૧૪
ઑલ્ટરનેટીંગ મોટર ૨૨૪–૨૪૩
ટ્રાન્સઑટો ફૉરમર ૨૫૪
ઑટો સીન્ક્રોનસ મોટર ૨૨૮
ઓહમ ૮–૧૦
ઓહમ મીટર ૩૦૦
ઓપન આર્ક ૭૪, ૧૦૭
ઓવરલોડ ટ્રીપ ૧૨૬, ૧૮૫, ૨૪૯

ક

કન્ડક્ટર ૨૪–૩૬
કન્ડક્ટીવીટી ૨૫–૨૬
કટઆઉટ ૧૧૨–૧૨૪
કટઆઉટ માટે કરન્ટ ૧૧૮
કન્ડેનસર ૧૪૬, ૨૧૭
કન્ટ્રોલર ૨૫૭
ક્લોરાઇડ બેટરી ૨૮૦
ક્લીટ ૬૮
કમ્પાઉન્ડ ડાઇનેમો ૧૭૦–૧૭૨, ૧૯૦, ૨૦૯
કરન્ટ ૬–૧૩
ક્વીક મેક એન્ડ બ્રેક ૧૧૫
કરન્ટ ઇન્ડકશન ૧૩૯–૧૪૬
કરન્ટનો ખપ ૨૨૦
કરન્ટ ઇફીસીઅન્સી ૨૭૮
ક્યુબીકલ ૧૨૩, ૨૯૪
કાચના ગ્લોબ ૮૧, ૧૦૫
કારબન લૅમ્પ ૭૪, ૯૨
કારબનનો ખપ ૧૦૪
કારબન બ્રશ ૧૯૨–૧૯૬
કારડીંગ મશીન ૩૧૪
કીલો વૅાટ ૧૦
કીલો વોલ્ટ–એમ્પીઅર ૨૧૬
કેન્ડલ પાવર ૭૧, ૧૦૪
કૅન્ટાક્ટ ફ્યુઝ ૧૨૦
કેબલ ૨૯
કેબતાયર સીલ્ડ કેબલ ૬૭
કેરોસીન લૅમ્પ ૭૪
કેસીંગ ૬૨–૭૦
કૉન્ડીટ ૬૪–૬૬
કોર્ડ કારબન ૧૦૩
કોર, ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટનો ૧૩૬
કૉઇલ ૧૩૪, ૧૩૭, ૧૪૨
કૉમ્યુટેટર ૧૭૮, ૧૯૮, ૨૦૪, ૨૨૫
કૉપરબ્રશ ૧૯૦, ૧૯૨, ૧૯૫
કૉટન મીલ ૩૧૪

ખ

ખરચ, લાઇટનો ૮૫
ખરચ, પાવરનો ૩૨૦
ખામીઓ ૨૫૮–૨૬૬
ખુલ્લાં મશીનો ૨૦૦

ગ

ગરમીની અસર ૫
ગરમીની ક્રીયા ૧૪
ગરમ ચાલતાં મશીન ૨૬૪
ગ્લોબ, કાચના ૮૧
ગ્રુપડ્રાઇવ ૩૧૦
ગૅસ ફીલ્ડ લૅમ્પ ૯૮

ગૅસ એન્જીન ૧૪૫, ૩૦૭
ગૅસ ફ્લેમ ૭૪
ગ્રેફાઇટ બ્રશ ૧૯૪
ગેલવેનોમીટર ૨૬૦

ચ

ચારજીંગ ડાઇનેમો ૨૭૫-૨૭૭
ચારજીંગ રેટ ૨૮૧
ચીંઆરી ૨૬૧-૨૬૩
ચેનગીઅર ૨૪૪
ચેાર માટે ચેતવણી ૬૧

જ

જન્કશન બૉક્ષ ૭૦
જમવાનેા ઓરડેા ૭૯
જાહેર ઇલેકટ્રીક કું. ૩૧૦
જુની મીલેા ૩૦૯
જેનરેટર ૧૭૬-૧૯૦
જેનરેટીંગ સેટ ૧૮૨

ઝ

ઝટકેા, ઇલેકટ્રીક ૨૯૪
ઝાંખી બત્તી ૫૯, ૬૦

ટ-ત

ટમ્બર સ્વીચ ૧૧૨
ટન્ગસ્ટન ૭૪, ૯૫
ટરબાઇન, સ્ટીમ ૩૦૪
ટાઇમ લૅગ ૧૨૭
તારની ટેમ્પરેચર ૩૪
તાર ૨૯
તારના સાંધા ૪૮
તારની જાડાઇ ૪૩
ટ્રામ્વે પાવર ૩૧૮
તાતા પાવર ૩૨૧
ટ્રાન્સફેારમર ૧૪૩, ૧૪૭-૧૫૦, ૨૫૪
ટુ-ફેઝ ૧૫૪, ૧૬૧
ટુ-વે વાયરીંગ ૫૪
ટેન્ટેલમ ૭૪, ૯૪
તેાર્ક ૨૧૮, ૩૧૮

ઠ--થ

થ્રી વાયર સીસતમ ૪૩, ૪૫
થ્રી ફેઝ ૧૫૫, ૧૬૨

ડ-દ

ડાઇનેમીક ઇલેક્ટ્રીસીટી ૪
ડાઇનેમેા ૧૬૨, ૧૭૬-૧૯૦
ડાઇનેમેા અને પમ્પ ૧૮૧
ડાઇનેમેા મેાટર તરીકે ૧૮૯
ડાઇંગ મશીન ૩૧૮
ડાયરેકટ સ્ટારટર ૨૫૨
ડ્રાઇ સેલ ૧૭, ૧૮
દિવાલેાનેા પ્રતીબીંબ ૭૬
ડીમ લાઇટ ૫૯, ૬૦
ડીસ્ટ્રીબ્યુશન બેાર્ડ ૧૧૬
ડી. સી. કરન્ટ ૧૬૨-૧૭૩
ડી. સી. ડાઇનેમેા ૧૬૨, ૧૮૨
ડી. સી. મેાટર ૧૯૯-૨૧૦, ૨૮૯
ડી. સી. કન્ટ્રેાલર ૨૫૭
ડેલ્ટા વાઇન્ડીંગ ૧૬૧
દેખરેખનેા ખરચ ૩૨૨
ડ્રૅાઇંગ ફ્રેમ ૩૧૫

ન

નંસ્ટન લૅમ્પ ૭૪, ૧૦૦
નાઇફ સ્વીચ ૧૧૩
નેગેટીવ ૨
નો-વોલ્ટ રીલીઝ ૧૨૬, ૨૪૮
નૉનકન્ડકટર ૨૬

પ

પટા ૧૮૪, ૨૪૩
પરમેનન્ટ મેગ્નેટ ૧૩૦
પંખા ૮૮-૯૦
પાઇલટ લૅમ્પ ૬૧
પાઇપ વેન્ટીલેશન ૨૦૨
પાવર માટે કરન્ટ ૩૫
પાવર હાઉસ ૨૧૩, ૨૬૮
પાવર ફેકટર ૨૧૪-૨૧૬
પાવર ૩૦૨-૩૨૩
પ્રાઇમરી સેલ ૧૫
પીરીઅડ ૧૫૩
પેરેલલ સરકીટ ૩૮, ૩૯
પેટ્રોલ એન્જીન ૧૪૪, ૧૮૩
પેસ્ટેડ પ્લેટ ૨૭૨
પોલેરાઇઝેશન ૧૫
પોલેરીટી ૧૮૭
પૉઝીટીવ ૨
પ્રોટેકટેડ મશીન ૨૦૦
પૉલીફેઝ મોટર ૨૨૭
પ્રોસેસ સ્ટીમ ૩૦૬

ફ

ફ્લેમ આર્ક ૭૪,૧૦૯
ફ્લેક્ષીબલ વાયર ૩૦,૩૪
ફ્યુઝ ૧૧૨-૧૨૪,૨૮૯
ફ્યુઝ, ઓવરલોડ ૧૧૯
ફ્યુઝ ટેબલ ૧૧૮
ફીલામેન્ટ ૭૪,૯૧-૯૭
ફ્રીકવન્સી ૧૪૩,૧૫૭
ફીલ્ડ ૧૨૯-૧૩૧,૧૭૬-૧૭૯
ફ્રીકશન ગીઅર ૨૪૫
ફીનીશીંગ મશીન ૩૧૮
ફુટ કેન્ડલ ૭૨,૭૩
ફુલર સેલ ૨૨
ફેન ૮૮-૯૦
ફ્રેમ્સ, રોવીંગ ૩૧૫
ફેઝ ૧૫૩-૧૫૬
ફૉર્સ્ડ કારબન ૧૦૪
ફૉર્મ્ડ પ્લેટ ૨૭૨

બ

બ્રશ ૧૯૦-૧૯૯,૨૦૬
બ્રશમાં ચિંગારી ૨૬૧-૨૬૩
બળતણુ અને ઇલેકટ્રીક ૩૦૩
બ્લોરૂમ ૩૧૪
બ્લીચીંગ મશીન ૩૧૮
બંધ મશીનો ૨૦૨
બાઇપોલર ડાઇનેમો ૧૮૧
બિલાડીનું ચામડું ૩, ૪
બ્રિટીશ કેન્ડલ પાવર ૭૦
બેર વાયર ૨૭
બેટરી, પ્રાઇમરી ૧૪-૨૪
બેટરી, સેકન્ડરી ૨૬૬-૨૮૭
બેરીંગ ૧૮૭,૨૦૩
બૉર્ડ ઑફ ટ્રેડ યુનિટ ૧૧
બૉઇલે ત્રામ્બે પાવર ૩૧૮

મ

મરક્યુરી વેપર લૅમ્પ ૯૮
મલ્ટીપોલર જેનરેટર ૧૫૯,૧૮૧,૧૮૮
મેઝદા લૅમ્પ ૯૬
મ્યુલ્સ ૩૧૭
માછલી, ઇલ ૪
મારવલ સ્વીચ ૫૬,૫૭
માસ્ટર સ્વીચ ૫૮,૫૯
મીન કેન્ડલ પાવર ૭૧
મીનબતી ૭૪
મિકેનિકલ જેનરેટર ૧૭૩
મિકેનિકલ સ્ટારટર ૨૫૧
મિકેનિકલ ત્રાન્સ્મીશન ૩૦૭
મીલ સ્વીચ બોર્ડ ૨૯૫
મીલ, કૉટન ૩૧૪–૩૧૭
મીટરો, ઇલેકટ્રીક ૨૯૬–૩૦૨
મીલ સ્વીચ બૉર્ડ ૨૯૫
મુવીંગ આયર્ન મીટર ૨૯૮
મુવીંગ કૉઇલ મીટર ૨૯૮
મેગેઝીન આર્ક લૅમ્પ ૧૦૩
મેગ્નેટાઇટ આર્ક લૅમ્પ ૧૧૦
મેગ્નેટીક બ્લો આઉટ ૧૨૬
મેગ્નેટીઝમ ૧૨૮–૧૩૩
મેગ્નેટીક ફીલ્ડ ૧૨૯–૧૩૧, ૧૭૭, ૧૭૯
મેગ્નેટો મશીન ૧૭૩–૧૭૬
મેક્ષીમમ ડીમાન્ડ ૨૧૧, ૨૧૩
મેટલ ફીલામેન્ટ ૯૩–૯૯
મોલ્ડેડ કારબન ૧૦૪
મોટર જેનેરેટર ૧૮૪–૨૦૯
મોટરની બાંધણી ૨૦૩
મોટર વાયરીંગ ૨૦૬
મોટર ઇફીશીઅન્સી ૨૨૦
મોટરની સામગ્રી ૨૪૩–૨૫૭
મોટર સ્ટારટર ૨૪૫–૨૫૭
મોટરકાર બેટેરી ૨૬૮

ર

રંગ ૭૭
રંગીન આર્ક ૧૦૩
રંગ, બેટેરીપ્લેટનો ૨૭૯
રસા ૧૮૪
રસાયની અસર ૬
રસાયની ક્રિયા ૧૪
રાંધણી માટે રોશની ૭૯
રીઝીસ્ટન્સ ૭, ૧૨, ૧૬૯
રીસ્ટ્રીકટીવ કન્ટ્રોલ ૫૭, ૫૮
રીફ્લેકટરો ૮૧, ૮૨
રીહોસ્ટેટ ૧૬૯
રીમોટ કન્ટ્રોલ ૨૯૨
રીંગ ફ્રેમ ૩૧૬
રેલ્વે, ઇલેકટ્રીક ૨૬૮
રોટર–સ્ટારટર ૨૫૨, ૨૯૦, ૨૯૧
રોટેરી કન્વરટર ૨૪૧, ૨૪૨
રોટર ૧૫૯
રોવીંગ ફ્રેમ ૩૧૫
રૉલપ્લગ ૬૭
રોશની ૭૦–૮૨
રોશનીની વેંહચણી ૭૫–૭૭, ૧૦૫

લ

લ્યુમેન ૭૪
લાકડાંનાં કેસીંગ ૬૨–૬૪

લાઇટ માટે કરન્ટ ૩૫
લાઇટીંગનો ખરચ ૩૨૧
લીકવીડ સ્ટારટર ૨૫૦
લુપીંગ-ઇન ૫૦-૫૨
લુમ્સ, વીવીંગ ૩૧૭
લેકલાન્શે સેલ ૧૮, ૧૯
લેડ કવર્ડ વાયર ૬૬
લોડ ફેકટર ૩૦૩, ૩૨૧
લોહચુંબકીક અસર ૫
લોહચુંબક ૫, ૧૨૮-૧૩૩

વ

વર્મગીઅર ૨૪૪
વરન્ડા ઉપર રોશની ૭૮
વ્યર્થ જતો પાવર ૨૨૩, ૩૧૩
વાઇન્ડીંગ, મેગ્નેટ ૧૩૪
વાયર ૨૯, ૩૨, ૩૩, ૩૪
વાયરલેસ ટેલીગ્રાફી ૧૪૦
વાયરીંગ ૪૭-૬૨
વિજળી ૧-૬
વિજળીક માછલી ૪
વિજળીની ઉત્પત્તી ૧૪-૨૪
વિજળી ઉત્પન્ન નહી થાય ૨૫૮-૨૬૦
વિજળીનો ઝટકો ૨૯૪
વૅકયુમ કલીનીંગ ૮૮
વૅકયુમ ૯૨
વેરીએબલ સ્પીડ ૨૦૯, ૩૧૭
વોલ્ટ ૮
વૉટ ૧૦, ૧૧
વોલ્ટેજમાં ઘટ ૧૨, ૨૨૨, ૨૬૬
વોલ્ટ મીટર ૨૯૭
વૉટ મીટર ૩૦૧

શ—સ

સંતોષકારક રોશની ૭૮
સંભાળ, આર્ક લૅમ્પ ૧૧૦
સલફેટ, બેટેરીમાં ૨૮૩
સરકીટ ૧૬, ૩૬-૪૭
સરકીટ બ્રેકર ૧૨૪-૧
સ્કવીરલ કેજ મોટર ૨૩૧-૨૩૩
સ્ટેટીક ઇલેકટ્રીસીટી ૩,
સ્ટેટીક કન્ડેનસર ૨૧૭
સ્વીચ પ્લગ ૫૨, ૫૩
સ્વીચ બોર્ડ ૨૮૭-૨૯૬
સ્વીચ ૧૧૨-૧૨૩
સ્ટીલ કયુબીકલ ૧૨૩
શન્ટ ડાઇનેમો ૧૬૭, ૧૬૮, ૧૭૦, ૧૯૦, ૨૦૮
સ્પરગીઅર ૨૪૪
સ્ટારટર ૨૪૫-૨૫૭
સ્ટાર વાઇન્ડીંગ ૧૬૧
સ્ટાર ડેલ્ટા સ્ટારટર ૨૫૩
સ્લેટ પેનલ ૨૯૧
સ્લીપ ૨૧૮
સ્લીપ રીંગ ૨૨૫-૨૨૭, ૨૯૩
સ્ટીમ ટરબાઇન ૩૦૪, ૩૦૫
સ્ટીમ એન્જીન ૧૮૩
સ્ટોરેજ બેટેરી ૨૬૬-૨૮
સાઇકલ ૧૫
શારીરીક અસર ૬
સી. જી. એસ. યુનિટ ૧૦
શીલ્ડા ફયુઝ ૧૨૦
સીરીઝ સરકીટ ૩૬, ૩૭
સીલીંગ ફેન ૮૯, ૯૦

સીલીંગ રેાઝ ૬૯
સીલીકા લૅમ્પ ૯૯
સીરીઝમાં આર્ક લૅમ્પ ૧૦૬
સીંગલ ફેઝ ૧૫૩, ૨૩૦
સીન્ક્રોનસ મેાટર ૨૨૭, ૨૨૮
સીન્ક્રોનસ સ્પીડ ૨૩૫
સીરીઝ-પેરેલલ સ્ટારટર ૨૫૪
સીરીઝ સરકીટ ૩૬, ૩૭
સેલ ૧૪, ૧૭, ૨૬૬
સેલ્ફ ઇન્ડકશન ૧૪૧
સેપરેટલી એક્ષાઇટેડ ૧૮૦
સૂર્યની રેાશની ૭૪, ૮૪
સુવાના ઓરડામાં રેાશની ૭૯
સેાલ કેન્ડલ પાવર લૅમ્પ ૮૦
સેાલેનૉઇડ ૧૩૨
૫, ૧૨૨, ૧૭૨

હ

હાથીદાંત ૪
હાથ ૪
હાફ વૅાટ ફીલામેન્ટ ૭૪, ૯૭
હાઇડ્રો ઇલેકટ્રીક પાવર ૩૨૨
હીટીંગ, ઇલેકટ્રીક ૮૧
હેાલ્ડર લૅમ્પ ૧૦૦
હૅાર્સ શુ મેગ્નેટ ૧૩૧
હૅાટ વાયર મીટર ૨૯૮



The Times of India, 12th August 1926.

ENGINEERING BOOKS.

IMPORTANT WORKS REVIEWED.

Many are the books in English on engineering and allied subjects, but it is rare to find such in Indian vernaculars. Authoritative and well-written books on these subjects in the vernaculars of the country are bound to be a valuable addition to the country's stock of scientific literature, and it is gratifying to find that an excellent beginning has been made in this direction by Mr. F. E. Bharucha, M. I. M. E. who is at present the Director of Industries in the Bombay Presidency. Mr. Bharucha has recently published three books of a very valuable character in the Gujerathi language, all of which seem to have received good reception at the hands of students as well as teachers in the technical schools and colleges.

None need doubt the qualifications of Mr. Bharucha for producing literature of this kind. Mr. Bharucha after beginning his life as a practical engineer in a mill was for a number of years professor of mechanical engineering in the College of Engineering, Poona, and as such came into active contact with the student mind, and has gained complete experience and knowledge of the

difficulties felt by students and mechanics. He is besides gifted with a mechanical head of a high order which has been capable of evolving new designs and devices in machinery suited to Indian conditions.

Mill Engineering In India.

The first and the most important of Mr. Bharucha's books is the one entitled "Mill Engineering in India." This book has now run to the fourth edition and is a bulky volume of 1200 pages containing about 350 illustrations. This volume is by no means a translation which such books generally are, but is a complete book by itself replete with the author's own experiences and observations. The book elucidates every point in a clear and concise language, and deals with the whole subject in an exhaustive manner. The chapters on engine breakdowns, boiler explosions, cost of power etc, are of special value as they contain useful and practical hints much prized among engineers.

One important peculiarity of the book which enhances its value to engineers and students in India is its due recognition of Indian conditions and requirements. Engineering works by English authors contain suggestions and formulas based on the experience of climatic conditions and local circumstances as obtained in England. Conditions in India differ materially, and English experience and the formulas based thereon are by no means applicable here. The book therefore in due con-

sideration of the Indian climate, makes allowances in these formulas so as to render them of practical use in India.

One such instance may be stated here in illustration. We find in English text books on steam engineering that about 40 lbs. of water are required to condense 1 lb. of steam. This is of course based on the average English temperature of water at 60 deg F., but in India in the author's opinion, 60 to 80 lbs. of water are required per lb. of steam. Accordingly a large size reservoir is desirable for a condensing plant. Similar adjustments are suggested in regard to finding out the height and area of a chimney for steam boilers.

The book deserves to be well studied by mill owners, mill managers and engineers, who will find very useful hints there whenever any difficulty should arise. It is in fact a standard work of reference on the subject. The book is well printed and neatly bound in leather cloth.

Oil and Gas Engine.

This is another work of which an enlarged edition is now published. Oil and gas engines are increasingly used in India and there is a rapidly growing demand for these machines especially in smaller factories. This is well evidenced in the increased imports of these machines during the last three years. In 1923-24, there were only 132 gas engines (other than locomotives) imported into India but in 1925-26 the numbers rose to 192. Similarly, the number of oil engines

imported rose during the period from 2961 to 4258. Thus a knowledge of the working of these machines requires to be spread, and with this object in view this second book has been written. The author has taken care to incorporate the most up-to-date information and has described the latest types of power generators such as the semi-Diesels, the Cold Starters, the enclosed two stroke types and also the gas engines working on coal, charcoal, wood, refuse and sweepings. Like the first work, this one also is well printed and bound and contains 350 pages and 150 illustrations.

Electric Light and Power.

It may be said that the electric age has not only dawned on India but is well in advance. Electric power is now being increasingly used and a large number of mills in Bombay have now adopted the electric drive. A book giving in clear language, the knowledge and information regarding electricity and its use for various purposes and describing the various electrical machines and plant has been a great need of the hour. Such a book written by Mr. Bharucha has been published, which treats fully electricity and magnetism and all matters connected with electrical engineering. In naming the technical terms, the author has not attempted to translate them into Gujerathi but has retained the English names to avoid confusion. It is found that even among the illiterate engine drivers, firemen, fitters etc. these English namse have become common and are daily used by them.